



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Química e Ingeniería Química

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Efecto del probiótico nativo suplementado a las madres de cuyes (*Cavia porcellus*) sobre la calidad de la carne de sus crías

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTORES

Hilde Alberth PEDEMONTE CÓRDOVA

Dante PEÑA ARIAS

ASESOR

PhD. Jorge Ernesto GUEVARA VÁSQUEZ

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Pedemonte, H. & Peña, D. (2018). *Efecto del probiótico nativo suplementado a las madres de cuyes (Cavia porcellus) sobre la calidad de la carne de sus crías*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Hoja de Metadatos complementarios

Código ORCID del autor	.-
DNI o pasaporte del autor	Dante PEÑA ARIAS 70434322 Hilde Alberth PEDEMONTE CÓRDOVA 77165007
Código ORCID del asesor	0000-0003-0168-4785
DNI o pasaporte del asesor	27417434
Grupo de investigación	.-
Agencia financiadora	—.-
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Perú, Lima, Lima, San Juan de Lurigancho, Av. Fernando Wiese, Lima 15079 Coordenadas geográficas Latitud: -11.954294049813111 Longitud: -76.98742389678956 Elevación: 316 m Lima, Perú (11° 57' 15.459" S; 76° 59' 14.726" O)
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2017-2018
Disciplinas OCDE	Ingeniería de procesos http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.02 Alimentos y bebidas http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01

Nota: tomar en cuenta la forma de llenado según las precisiones señaladas en la web (las tablas OCDE están incluidas).
https://sisbib.unmsm.edu.pe/archivos/documentos/recepcion_investigacion/Hoja%20de%20metadatos%20complementarios_30junio.pdf



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA
Central: 619 7000 anexos 1202, 1203, 1205, 1206, 1207 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Av. Venezuela s/n – Lima 1

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

A C T A DE TITULACION POR TESIS

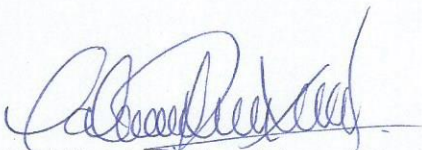
Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Ing. LEONCIO REYNA MARIÑAS** (Presidente), la **Ing. PATRICIA GUADALUPE DÍAZ RAMÍREZ** (Miembro) y el **Ph.D. JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ** (Asesor), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada "**EFFECTO DEL PROBIÓTICO NATIVO SUPLEMENTADO A LAS MADRES DE CUYES (Cavia porcellus) SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE SUS CRÍAS**", después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **HILDE ALBERTH PEDEMONTÉ CÓRDOVA**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarlo con la **NOTA** de:

.....
DIECISIETE
(LETRAS)

.....
17
(NÚMEROS)

Lima, 17 de diciembre del 2018


Ing. Leoncio Reyna Mariñas
Presidente


Ing. Patricia Guadalupe Díaz Ramírez
Miembro


Ph.D. Jorge Ernesto Guevara Vásquez
Asesor


Ph.D. Jorge Ernesto Guevara Vásquez
Director de la EP de Ingeniería Agroindustrial





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA
Central: 619 7000 anexos 1202, 1203, 1205, 1206, 1207 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Av. Venezuela s/n – Lima 1

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

A C T A DE TITULACION POR TESIS

Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Ing. LEONCIO REYNA MARIÑAS** (Presidente), la **Ing. PATRICIA GUADALUPE DÍAZ RAMÍREZ** (Miembro) y el **Ph.D. JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ** (Asesor), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada "**EFFECTO DEL PROBIÓTICO NATIVO SUPLEMENTADO A LAS MADRES DE CUYES (*Cavia porcellus*) SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE SUS CRÍAS**", después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **DANTE PEÑA ARIAS**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarlo con la **NOTA** de:

DIECISIETE

(LETRAS)

17

(NÚMEROS)

Lima, 17 de diciembre del 2018


Ing. Leoncio Reyna Mariñas
Presidente


Ing. Patricia Guadalupe Díaz Ramírez
Membro


Ph.D. Jorge Ernesto Guevara Vásquez
Asesor


Ph.D. Jorge Ernesto Guevara Vásquez
Director de la EP de Ingeniería Agroindustrial



DEDICATORIA

A Dios.

Por darnos la bendición de la vida y por estar presente en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestra mente, por haber situado en nuestro camino a grandes personas que han sido nuestro soporte y ayuda durante todo el periodo de estudio.

A nuestros maestros.

PhD Jorge Ernesto Guevara Vásquez y a la Ing. Patricia Díaz por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

A nuestros padres.

Hildebrando Pedemonte Ramírez y Luz

María Cordova Ramírez, Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Pedemonte Cordova Hilde Alberth

Jorge Alberto Peña Ccorahua y Elena

Aurora Arias Villegas, por todos sus consejos, enseñanzas, amor y su enorme sacrificio para con la familia, que hicieron de mí el profesional y la persona que soy hoy en día.

Peña Arias Dante

“Tengo solo un minuto. Que solo tiene 60 segundos, me ha sido impuesto, no puedo rechazarlo. No lo he buscado, no lo he elegido. Pero depende de mí usarlo. Debo sufrir si lo pierdo. Responder de él sí abuso. Solo un pequeño minuto. Pero la eternidad está en él”.

Anónimo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, por habernos dado la oportunidad de formarnos profesionalmente.

Al PhD. Jorge Ernesto Guevara Vásquez, educador de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Director de Tesis por la posibilidad de realizar junto a él este trabajo de investigación, por su apoyo y dedicación, sin su guía y sus conocimientos no hubiésemos podido culminar nuestra tesis.

Debemos mencionar también nuestro agradecimiento especial a nuestros amigos, que, en el transcurso del desarrollo experimental de la tesis, estuvieron apoyándonos:

- ❖ **Vergaray Inga, Rodolfo**
- ❖ **Pachas Paredes, Jorge Alonso**
- ❖ **Camus Bueno, Walter Junior**
- ❖ **Llatas Ortiz, Geraldine**
- ❖ **Duran Egusquiza, David**
- ❖ **Quispe Salazar Edgar Fernando**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	MARCO TEÓRICO	12
1.1.	Generalidades	12
1.2.	Sistemas de Producción de cuy	13
1.2.1.	Sistema Familiar-tradicional	13
1.2.2.	Sistema familiar comercial	13
1.2.3.	Sistema comercial	14
1.3.	Cuy (<i>Cavia porcellus</i>) Raza Perú	14
1.3.1.	Características morfológicas del cuy Raza Perú	15
1.3.2.	Manejo productivo del cuy Raza Perú	15
1.4.	Parámetros de calidad en la producción de carne	16
1.4.1.	Cortes comerciales	17
1.4.2.	Requisitos	18
1.5.	Antibiótico	19
1.6	Resistencias microbianas a los antibióticos	20
1.7.	Probiótico	22
1.7.1	Funciones del probiótico	22
1.7.2.	Uso de probiótico nativo en Cuyes	23
1.7.3.	Especies probióticas	24
1.8.	Probiótico vs Antibióticos	26
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.	Lugar y Tiempo	27
3.2.	Materiales y equipos	27
3.3.	Instalaciones del galpón para cuyes	28
3.4.	Animales experimentales	29
3.5.	Tratamientos	29
3.5.1.	Tratamientos experimentales para las madres	29
3.5.2.	Tratamientos para las crías	29
3.5.3.	Diseño experimental	29

3.6	Procedimiento del proceso productivo	30
3.6.1	Compra de cuyes	30
3.6.2	Transporte de cuyes	30
3.6.3	Ubicación en poza de empadre	30
3.6.4	Control de peso	30
3.6.5	Reproducción	30
3.6.6	Destete	30
3.6.7	Ubicación de crías	30
3.6.8	Sacrificio de las crías	31
3.6.9	Proceso de faenado de los animales	31
3.7	Concepto y descripción de la técnica	31
3.8	Parámetros evaluados	32
3.8.1.	Parámetros productivos	32
3.8.2.	Parámetros de calidad	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1.	Primera Etapa	35
4.1.1	Consumo de alimento de las madres por tratamiento semanal	35
4.1.2	Peso de los gazapos al nacer y al destete	35
4.1.3	Número de camada por tratamiento	37
4.2.	Segunda Etapa	38
4.2.1	Ganancia de peso vivo - GPV (semanal)	38
4.2.2.	Consumo de alimento	40
4.2.3.	Conversión alimenticia - C.A.	40
4.2.4.	Rendimiento de carcasa	42
4.2.5.	Análisis Proximal de la carne de cuy	43
4.2.6.	Análisis Microbiológico de la carne de cuy	45
4.2.7.	Análisis sensorial de la carne de cuy	46
4.2.8.	Evaluación de contenido de grasa presente en la carcasa de cuy	51
V.	CONCLUSIONES	52
VI.	BIBLIOGRAFÍA	53
VII.	ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características y parámetros productivos del cuy raza Perú	15
Tabla 2 Factores que influyen en la calidad de carne.....	17
Tabla 3 Parámetros microbiológicos para la carne de cuy adaptado de NTP 201.058. 18	18
Tabla 4 Efectos de los APC en nutrición animal (Anderson y col, 1999).....	20
Tabla 5 Mecanismos de resistencia a las diferentes familias de antibióticos	21
Tabla 6 Consumo semanal promedio por tratamiento.....	35
Tabla 7 Peso promedio de gazapos al nacimiento y al destete por tratamiento (g)	36
Tabla 8 Número de camada por tratamientos	37
Tabla 9 Ganancia de peso semanal de los gazapos por tratamiento.	39
Tabla 10 Consumo de alimento en materia seca de las crías por tratamiento	40
Tabla 11 Conversión alimenticia de las crías por tratamiento	41
Tabla 12 Rendimiento de carcasa de cada tratamiento	42
Tabla 13 Análisis proximal de carcasa de cada tratamiento	43
Tabla 14 Recuento de microorganismos en la carne según tratamiento	45
Tabla 15 Análisis de varianza de las características organolépticas de la carne de cuy según los diferentes tipos de tratamientos.	47
Tabla 16 Grado de preferencia por el consumo de la carne de cuy según los diferentes tipos de tratamientos.	48
Tabla 17 Perfil sensorial descriptivo de la carne de cuy en los diferentes tratamientos.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	58
ANEXO 2	59
ANEXO 3	64
ANEXO 4	68
ANEXO 5	66
ANEXO 6	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto de la suplementación de probiótico nativo del cuy (*Cavia porcellus*) en la dieta de las reproductoras sobre los parámetros productivos y calidad de la carne de sus crías. Esta pesquisa se realizó en dos etapas.

En la primera etapa, se utilizaron 15 cuyes hembras del primer parto, línea Perú, las cuales fueron distribuidas en 5 tratamientos, 3 repeticiones por tratamiento, y un animal por repetición. Los tratamientos experimentales fueron los siguientes: Tratamiento 1 sin probiótico en preparto y posparto (sin pre- y sin pos-); tratamiento 2 con probiótico preparto y posparto (con pre- y con pos-); tratamiento 3 sin probiótico preparto y con probiótico posparto (sin pre- y con pos-); tratamiento 4 con probiótico preparto y sin probiótico posparto (con pre- y sin pos-) y tratamiento 5 con antibiótico preparto y posparto. El consumo durante la gestación fue restringido a 50 g/animal/día y durante la lactación fue *ad libitum*. Los parámetros evaluados fueron estos: Consumo de alimento de las madres, peso de los gazapos al nacer y al destete, como también número de camada por tratamiento. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA). Los datos se analizaron mediante el programa INFOSTAT.

En la segunda etapa, se emplearon 20 cuyes machos destetados a los 14 días de edad. Los tratamientos y el diseño fueron los mismos de las madres en la primera etapa. Los parámetros evaluados fueron estos: ganancia de peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, análisis proximal, análisis microbiológico y análisis sensorial.

Los resultados de la primera etapa se evaluaron del nacimiento al destete. Los mayores pesos al nacimiento presentaron los cuyes de T1 con 203.3 g, seguido de T4 con 183 g. En peso al destete, el mayor valor fue de T1 con 412.7 g y el menor peso en T3 con 211.3 g. En la segunda etapa, se evaluaron los parámetros productivos de las crías del destete hasta los 49 días de edad. Dentro del consumo de alimento los valores promedios obtenidos fueron T5 con 1732.8 g, seguido de T4 con 1646.8 g, T3 con 1461.1 g, T1 con 1351.1 g y T2 con 1253 g. En ganancia de peso, el mayor lo obtuvo T5 con 877.3 g, seguido de T4 con 866.8 g, T3 con 821.8 g, T2 con 741.8 y T1 con 720.0 g. En conversión alimenticia, el mayor valor lo obtuvieron T2 y T4 con 3.5, seguido de los valores de 3.3, 2.7 y 2.5 de los tratamientos T1, T5 y T3 respectivamente y, finalmente, en rendimiento de carcasa, el orden fue T3 con 63.10 %, muy de cerca T5 con 62 %, seguido de T4 con 61.40 %, T1 con 59.60 % y T2 con 59.10 %. Estadísticamente, los parámetros productivos no presentaron diferencia significativa.

El análisis microbiológico realizado a la carne de los tratamientos T1, T2 y T5 está por debajo del límite aceptable en caso de Aerobio mesófilos, asimismo hubo ausencia de *Salmonella* sp.

En el análisis sensorial, no hubo diferencia con la suplementación del probiótico nativo a las madres sobre la calidad organoléptica de la carne de las crías. Los mayores valores en olor y sabor los presentaron los cuyes de los tratamientos T3 y T4 y, en textura, los cuyes del T2.

La carne de los tratamientos T1, T3 y T5 es inócua y aceptable bajo los parámetros microbiológicos de la norma técnica peruana, NTP 201.058.

PALABRAS CLAVE: Cuy, probiótico nativo, calidad de carne, crías.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of native guinea pig probiotic supplementation (*Cavia porcellus*) on the reproductive diet on the productive parameters and quality of the meat of their offspring. This investigation was carried out in two stages.

In the first stage, 15 female guinea pigs from the first calving line, Peru line, were used, which were distributed in 5 treatments, 3 repetitions per treatment, and one animal per repetition. The experimental treatments were: Treatment 1 without probiotic in prepartum and postpartum (without pre- and post-); treatment 2 with prepartum and postpartum probiotic (with pre- and post-); treatment 3 without probiotic prepartum and with postpartum probiotic (without pre- and post-); treatment 4 with prepartum probiotic and without postpartum probiotic (with pre- and post-post) and treatment 5 with prepartum and postpartum antibiotics. Consumption during pregnancy was restricted to 50 g/animal/day and during lactation was ad libitum. The parameters evaluated were: Consumption of mothers' food, weight of the kits at birth and at weaning, as well as litter number per treatment. A completely randomized design (DCA) was used. The data was analyzed by the INFOSTAT program.

In the second stage, 20 male guinea pigs weaned at 14 days of age were used. The treatments and the design were the same as those of the mothers in the first stage. The parameters evaluated were: live weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield, proximal analysis, microbiological analysis and sensory analysis.

The results of the first stage were evaluated from birth to weaning. The highest weights at birth presented the guinea pigs of T1 with 203.3 g, followed by T4 with 183 g. In weaning weight, the highest value was T1 with 412.7 g and the lowest weight in T3 with 211.3 g. In the second stage, the productive parameters of weaning pups were evaluated up to 49 days of age. Within the feed intake, the average values obtained were T5 with 1732.8 g, followed by T4 with 1646.8 g, T3 with 1461.1 g, T1 with 1351.1 g and T2 with 1253 g. In weight gain, the highest was obtained by T5 with 877.3 g, followed by T4 with 866.8 g, T3 with 821.8 g, T2 with 741.8 and T1 with 720.0 g. In food conversion, the highest value was obtained by T2 and T4 with 3.5, followed by the values of 3.3, 2.7 and 2.5 of treatments T1, T5 and T3 respectively and, finally, in carcass yield, the order was T3 with 63.10%, very close T5 with 62%, followed by T4 with 61.40%, T1 with 59.60% and T2 with 59.10%. Statistically, the productive parameters did not show significant difference.

The microbiological analysis performed on the meat of treatments T1, T2 and T5 is below the acceptable limit in the case of Aerobic mesophiles, also there was absence of *Salmonella* sp.

In the sensory analysis, there was no difference with the supplementation of the native probiotic to the mothers on the organoleptic quality of the meat of the young. The highest values in odor and taste were presented by the guinea pigs of the treatments T3 and T4 and, in texture, the guinea pigs of the T2.

The meat of treatments T1, T3 and T5 is safe and acceptable under the microbiological parameters of the Peruvian technical standard, NTP 201.058.

KEY WORDS: Guinea pig, native probiotic, meat quality, offspring.

I. INTRODUCCIÓN

El cuy es una especie que se adecua fácilmente a distintas condiciones climáticas ya que no necesita de atenciones especiales, pues; su carne posee un alto contenido proteico y escaso nivel lipídico (especialmente colesterol) convirtiéndole así en una de las carnes más sabrosas y nutritivas. «El valor nutritivo de la carne generan una gran demanda, por lo que en la región Sierra del país se establecieron varias formas de crianza de cuyes, pero solo algunas de las formas de crianza son manejadas técnicamente» (Molina, 2008).

La producción pecuaria posee diversos objetivos, en donde los más importantes son lograr una tasa de natalidad alta, una velocidad superior de crecimiento, ganancia de peso superior y una buena calidad de carne. Un porcentaje elevado de las granjas de cuyes, que son operadas tradicionalmente, no logran satisfacer los estándares, por lo que recurren al empleo de antibióticos con fines profilácticos y terapéuticos para así incrementar su productividad.

El manejo que se tiene en la producción actual de cuy no asegura una explotación óptima, debido a que en los sistemas de crianza convencional existe un contacto constante del animal con sus excrementos y orina, los cuales llegan a contaminar tanto el alimento como el agua que consumen. Esto ha motivado el uso de antibióticos para prevenir la aparición de cualquier tipo de enfermedad. El empleo de antibióticos como terapéuticos o profilácticos en la nutrición del animal, genera un riesgo en la sanidad pública, ya que al ser suministrado en periodos prolongados de tiempo y en bajas dosis genera una perdida importante de efectividad que debe generar en el animal como en el humano, complementado con alteraciones en la población microbiana intestinal, lo que conlleva a mermar o a extinguir la flora bacteriana protectora produciendo cuadros diarreicos indeterminados. (Gustafson, 1991 citado por Molina, 2008).

Los probióticos son empleados tanto en la producción como en el ámbito de la sanidad animal ya que representan aditivos naturales sustituyendo a los antibióticos generando así terapias alternas. «La incorporación de cepas probióticas en la dieta procedente de la microbiota intestinal del cuy incrementa el índice de conversión alimenticia (3.9-4.33) en la etapa de crecimiento y engorde, en forma similar al uso de un antibiótico como promotor de crecimiento» (Torres et al., 2013).

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del probiótico nativo suplementado a las madres sobre la calidad de la carne de sus crías.

II. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades

«El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor originario de la cordillera de los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, donde se ha mantenido una estrecha relación con el pueblo preincaico, ya sea como fuente de proteína y bajo en grasa o animal asociado a tradiciones que se mantiene hasta la actualidad» (Avilés *et al.*, 2014). Los incas domesticaron los cuyes hace más de 3000 años. Los criaron como mascotas y como alimento, y los ofrecieron como sacrificios a sus dioses.

«En los países andinos existe una población aproximada de 35 millones de cuyes, donde la mayor producción se encuentra en el Perú con 12 695 030 cuyes» (INEI, 2002). «Desde el siglo XVI, el cuy ha tomado popularidad alrededor del mundo como animal de exhibición, como mascota y como animal de experimentación» (FAO, 2009).

Los cuyes son roedores sin cola que pesan entre 1.5 y 2.5 lb (700 a 1.100 gramos), según el Animal Diversity Web (ADW). Sus cuerpos compactos y cilíndricos varían de 8 a 10 pulgadas (20,3 a 25,4 cm) de largo. «Presentan orejas pequeñas y tienen forma de pétalo y sus ojos están a los lados de sus cabezas. Tienen bocas triangulares pequeñas que contienen 20 dientes. Al igual que otros roedores, sus dientes crecen continuamente, y los conejillos de indias deben masticar o roer constantemente para evitar que crezcan demasiado tiempo» (Bradford, 2015).

La taxonomía del cuy, de acuerdo con el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS) mencionado por Bradford, 2015, se presenta a continuación:

Reino: Animal

Filo: Chordata

Superclase: Tetrapoda

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Caviidae

Subfamilia: Caviinae

Género: *Cavia*

Especie: *cavia aperea* (cobaya brasileña); *cavia fulgida* (Shiny Guinea pig); *cavia intermedia* (cerdo de Guinea Moleques do Sul); *cavia magna* (cobaya); *cavia porcellus* (cobaya domesticada); *cavia tschudii* (Conejillo de Indias).

1.2. Sistemas de producción de cuy

«La producción de cuyes en general es una actividad ancestral rural de los Andes, encontrándose también explotaciones en la región costa y la Amazonía donde predomina el sistema familiar tradicional de producción de carne con bajas producciones destinadas al autoconsumo del cuy en ocasiones festivas como bautizo, grados, bodas, etc.» (Usca,1998).

1.2.1. Sistema familiar-tradicional

«La más difundida en la región andina. Se caracteriza por desarrollarse sobre la base del insumo y mano de obra disponibles en el hogar. El cuidado de los animales lo realizan los hijos de edad escolar, las amas de casa y los esposos; siendo las amas de casa la de mayor participación» (Zaldívar, 1991).

La crianza de cuyes es conducida por la ama de casa bajo un sistema familiar o tradicional, por lo cual, en zonas rurales por familia se encuentra un promedio de 20.4 cuyes, los cuales son criados en conjunto sin ninguna diferenciación en cuanto a clase, sexo y edad. La crianza se realiza prioritariamente en la cocina (88%), de los cuales un 73.8% están sueltos y un 21.9 % en pozas. La alimentación que se les brinda es principalmente forraje, maleza y desperdicios de cocina, en donde las principales afecciones que se ocasionan son ectoparásitos en un 90.1% seguido con un 76% “la peste”. Las familias que están dentro de este sistema de crianza el 71.2% designan sus animales para el comercio y autoconsumo y solo el 28.2% netamente para autoconsumo. (Aguilar, 2011)

1.2.2. Sistema familiar comercial

Esta técnica de crianza se realiza en áreas rurales que se encuentran próximos a las ciudades para que puedan realizar el comercio de su producción, esto proviene de una crianza familiar organizada, en donde las vías de comunicación son un factor importante que facilita la integración con los centros de producción.

«Los productores de cuyes invierten en recursos económicos en infraestructura, tierra para la siembra de forrajes y mano de obra familiar para el manejo de la crianza. La cantidad dependerá de la disponibilidad de recursos alimenticios, por lo general se mantiene entre 100 y 150 cuyes y un máximo de 150 reproductoras. Las instalaciones son construidas con material de la zona y toda la población se maneja en un solo galpón agrupados por edad, sexo y clase, manteniendo la producción de forraje anexa a la granja, la cual exige una mayor dedicación de mano de obra para el manejo de los animales como para el mantenimiento de las pasturas» (Chauca y Zaldívar, 1985).

1.2.3. Sistema comercial

«En este sistema se mejora y controla el manejo, ya que no se cría dentro de la casa, sino que se han construido galpones con pozas o jaulas y se clasifican los cuyes por tamaño y sexo, la alimentación ya no se realiza con sobras de la comida de la familia y pastos fibrosos, han pasado a recibir forraje» (Archetti *et al.*, 1984).

Este sistema de crianza es escasamente difundida y reducido a valles aledañas a áreas urbanas, representa la principal actividad de la empresa agropecuaria, en donde laboran con eficiencia acompañados de alta tecnología. Primordialmente emplean líneas selectas, prematuras, fértiles con excelente conversión alimenticia, Las granjas comerciales cultivan su propio forraje por el cual poseen áreas de cultivo lo que complementa al suministro de alimento balanceado alcanzando una eficaz producción.

Los registros productivos son superiores a 0,75 crías destetadas/hembras empadradas. Genera que cuyes parrilleros se puedan comercializar en el mercado a edades no mayores de 10 semanas, cuyo peso promedio sea de 900 g.

«Los reproductores y los cuyes de recría se manejan en instalaciones diferentes con implementos apropiados para cada etapa productiva. Los registros de producción son indispensables para garantizar la rentabilidad de la explotación» (Chauca, 1997).

1.3. Cuy (*Cavia porcellus*) raza Perú

«En la década de los 50, el Dr. Rafael Pulgar Vidal ponderó las virtudes que tiene el cuy como animal productor de carne, esto llevó a la búsqueda del conocimiento de los cuyes en el Perú por tres instituciones (Universidad Nacional Agraria La Molina en la estación experimental La Molina; DGIA Ministerio de Agricultura, ahora INIA; y en la Universidad Nacional del Centro) iniciando funciones a mitad de la década de los 60. En 1970 se creó el “Programa de Mejoramiento Genético del Cuy o Cobayo Peruano” por el INIA dando como resultado la formación de Razas y Líneas de alta producción» (Chauca, 1994).

Mediante el Proyecto Sistema de Producción de Cuyes se inició la validación de resultados. El sistema de crianza en pozas pudo incrementar la producción en un 300 % por un mejor manejo reproductivo. El uso de implementos, como la cerca gazapera, durante la lactancia, permitió reducir la mortalidad de 23 % al 7 %. Hubo mejor respuesta empadrando a las hembras alrededor de las 8 y 10 semanas de edad. Los destetes se realizaban a las 2 semanas como respuesta a las curvas de producción de leche de las reproductoras y al inicio precoz del consumo de balanceado.

«A partir de la década del 90 con las Líneas Perú, Inti y Andina la crianza de cuyes se torna una actividad productiva, por la precocidad y eficiencia en conversión alimenticia se pone a los cuyes como una especie productora de carne» (Chauca, 2008).

1.3.1. Características morfológicas del cuy Raza Perú

«La raza Perú se caracteriza por un desarrollo muscular marcado, es precoz y eficiente convertidor de alimento. El color de su pelaje es alazán con blanco puede ser combinada o fajada; su pelo es liso perteneciendo a una clasificación Tipo A según su pelaje. Puede o no tener remolino en su cabeza, orejas caídas y ojos negros» (Ataucusi, 2015).

Esta raza se caracteriza por ser precoz y eficiente en cuanto a conversión alimenticia, pues presenta un peso, al nacimiento, de 176 g y llega, en 8 semanas, a pesos de 1041 g, teniendo un rendimiento de carcasa de 73 % (Tabla n.º 1).

Tabla 1: Características y parámetros productivos del cuy raza Perú

CARACTERÍSTICAS		PARÁMETROS PRODUCTIVOS	
Fertilidad promedio	95%	Peso vivo al nacimiento	176 g
Tamaño de camada (1er parto)	2.22 crías	Peso vivo al destete	326g
Tamaño de camada (promedio por parto)	2.61 crías	Peso vivo a los 8 semanas machos	1041 g
Empadre parto	108 días	Conversión alimenticia	3.03
Periodo de gestación	68 días	Edad al empadre hembras	56 días
Gestación post parto	54.55%	Edad al empadre machos	84 días
		Rendimiento de carcasa	73%

Fuente: *Ataucusi, 2015*

1.3.2. Manejo productivo del cuy Raza Perú

La etapa evolutiva de esta especie posee tres periodos perfectamente definidas: lactancia, recría o engorde y reproducción, los cuales deben tener presentes en el la crianza de los cuyes en la granja o galpones

Empadre: En la crianza, es recomendable tener 10 a 12 hembras por macho. Cuando los machos posean al menos 6 meses de edad y 3 meses de edad las hembras se puede realizar el apareamiento. Cada 18 días hay un lapso de tiempo de 8 a 10 horas en donde las hembras permanecen en celo, los días pueden sufrir variaciones modificándose de 15 a 20 días. «El primer celo posparto ocurre a las dos horas de producido el parto. La gestación de las crías dura 67 días; las crías maman durante un mes. Cada hembra tiene cuatro a cinco partos por año» (FAO, 2000).

Gestación: Las hembras preñadas son apartadas del macho. Esta etapa presenta una duración de entre 63 a 70 días, esto dependerá de la cantidad de crías en gestación. A un número levado, la duración de la gestación será menor, cuando el día del parto está cerca, cada hembra gestante debe permanecer en una posa sola, así se evita el maltrato de las crías.

Parto-lactación: «El proceso de parición dura entre 10 a 30 minutos y el número más frecuente de crías es de 3 a 4 por parto. Las crías nacen fisiológicamente maduras, con pelo, ojos abiertos y con capacidad para alimentarse solas, pueden lactar inmediatamente después de nacer, en un promedio de 10 mL / cría / día, el volumen de producción de leche de la cobaya debe oscilar en un promedio de 50 mL en buenas condiciones de alimentación. Durante esta etapa es muy importante el empleo de gazaperas que permiten reducir la mortalidad de crías por aplastamiento por los adultos por la competencia por alimento y espacio; a la vez, permite un desarrollo favorable de gazapos» (Ataucusi, 2015).

Destete-crecimiento y engorde: «Las crías se separan de su madre a los 15 días. Si las crías permanecen más de 30 días, las crías machos pueden cruzar con su madre lo cual no es recomendable» (FAO, 2000).

1.4. Parámetros de calidad en la producción de carne

En el Perú se ha implementado la Norma Técnica Peruana 201.058 2006 de carne y productos cárnicos, donde se encuentran las descripciones, formas de clasificación y requisitos que deben cumplir las carcasas y la carne de cuy (*Cavia porcellus*).

«La calidad de la carne la podemos definir como un conjunto de características que determinan su valor nutricional y organoléptico que le confieren mayor aceptación y mejor precio en el mercado» (CIATA, 1998). Es un término subjetivo, que de acuerdo a los criterios de cada persona se modifica.

«La calidad de carne se determina en base a pruebas instrumentales y/o sensoriales, hace falta que los músculos tengan cierto tamaño, por ello se debe escoger cuidadosamente los músculos que serán utilizados en el estudio» (Cañeque, 2000); de la totalidad de la masa muscular es complicado definir cuál es el musculo representativo ya que estos se alternan en particularidades unos con otros. Así mismo hay factores productivos y tecnológicos que influyen en la calidad final de determinadas carnes (Tabla n.º 2).

Tabla 2: Factores que intervienen en la calidad de carne

FACTORES PRODUCTIVOS	FACTORES TECNOLÓGICOS
Factores Productivos	Sacrificio
Factores Biológicos	Transporte
Especie	Recepción
Raza	Reposo
Sexo	Desangrado
Aptitud Productiva	Condiciones Higiénicas
Edad del Sacrificio	Factores Post Sacrificio
Tipo de musculo	Enfriamiento
Medio Ambiente	Condición de rigor mortis
Manejo	T° y tiempo de maduración
Sistema de Explotación	Envasado
Alimentación	Exposición para la venta
Patologías	Cocinado

Fuente: Buxade (1998)

1.4.1. Cortes comerciales

Después de realizado el faenado del animal la carcasa o canal representa la anatomía del cuy, incluida la piel y también puede o no ser incluido las menudencias.

Posterior al obtenido de la carcasa del cuy se realizan los cortes, en donde al realizar un corte longitudinal se obtiene dos segmentos simétricos a nivel del plano medio. Para la obtención de cuartos de carcasa como son los cuartos posteriores y cuartos anteriores, se ejecuta dos cortes longitudinales, uno medio y otro transversal (Figura n.º 1).



Figura 1: Cortes comerciales de la carcasa de cuy (NTP 201.058 2006)

1.4.2. Requisitos

Según la NTP 201.058 2006, los establecimientos que suministran y comercializan las carcasas, cortes y menudencias deben poseer autorización de la autoridad competente, además deben derivar de animales saludables que han sido faenados bajo fiscalización veterinaria.

1.4.2.1. Organolépticos

Apariencia general: deberá poseer una estructura con características acorde a su clasificación según el peso que presente la carcasa entera, la edad u otros mencionados en la NTP 201.058 2006.

Color de la carne y de la grasa: Las tonalidades admitidas en donde puede cambiar el color son el rosa pálido, rosado y rojo claro, Mientras que en la grasa se consideran los colores de blanco cremoso y amarillento.

Olor: *sui generis* y libre de olores extraños.

Consistencia: el tejido muscular como la grasa deben permanecer firmes ante el tacto.

1.4.2.2. Químicos

La NTP 201.058 2006 menciona que el límite de pH para la carne de cuy es se encuentra entre los valores 5.5 y 6.4. Remanentes de medicinas o sustancias (conservadores, ablandadores, etc.) no deben aparecer en las carcasas, cortes y menudencias que se expenden.

1.4.2.3. Microbiológicos

La NTP 201.058 2006 indica los límites para el recuento de microorganismos en carne fresca y congelada (Tabla n.º 3).

Tabla 3: Parámetros microbiológicos para la carne de cuy adaptado de NTP 201.058

MICROORGANISMOS	LIMITES
Aerobios mesófilos	Menor a 10^6 ufc/g
Salmonella	Ausencia en 25 g
Coliformes totales	Menor a 10^2 ufc/g
Escherichia coli	Menor a 10^2 ufc/g
Staphylococcus aureus	Menor a 10^2 NMP/g

Adaptado de NTP 201.058

1.4.2.4. Condiciones de conservación

Refrigeración: Para impedir el deterioro y proliferación de microorganismos, se tiene que almacenar de modo correcto a las carcasa, cortes y menudencias, a una temperatura que debe permanecer entre 0°C y 4°C. Para mantener a la cámara de almacenamiento en estado sanitario óptimo, se debe inspeccionar y despachar manteniendo excelentes parámetros de limpieza y desinfección realizando una apropiada rotación de personal.

Congelación: El proceso de congelación al cual serán aplicados las carcasas, cortes y menudencias tiene que ser un procedimiento de congelamiento rápido en donde la temperatura máxima tiene que de -18°C en el centro, inmediatamente después las carnes deben ser transportadas a una cama de almacenamiento cuya temperatura máxima tiene que ser de -18°C

1.4.2.5. Transporte

El transporte de estos productos como son carcasa o canales congelados, se tienen que dar por medio de vehículos equipados de sistemas que garanticen la conservación de la temperatura, en cuestión de refrigeración por debajo de 4°C y para productos congelados la temperatura tiene que permanecer a -18°C

1.4.2.6. Envase y embalaje

Los envases y embalajes tienen que ser impermeables y resistentes, no ser nocivo y no transmitir olores o sabores desconocidos al producto. Cuando se retire el envase de la carne no debe presentar remanentes extraños sobre este.

1.5. Antibiótico

«Los antibióticos promotores de crecimiento (APC) aumentan la productividad, ayudan a mitigar la mortalidad y apoyan en prevenir infecciones subclínicas; teniendo repercusiones económicas. Desde el punto de vista nutricional la actividad de todos los APC se fundamenta en la inhibición de la proliferación bacteriana en el espacio intestinal. Estudios realizados en aves reportan resultados beneficiosos en la microflora intestinal (específicamente, microbiota) donde se ve la producción de amilasas, generación de vitamina del grupo B juntamente con ácidos grasos de cadena corta, recuperación de nitrógeno y presencia de inmunidad local, todo esto retribuye las consecuencias negativas que genera. La acción antimicrobiana de los APC genera que las aves sanas no obtengan íntegramente su capacidad genética de microbiota “normal” que puede utilizar en el desarrollo de los elementos de la dieta, atenuar las enzimas digestivas, incorporarse a la pared intestinal, disminuyendo la absorción de

nutrientes (especialmente lípidos) ocupando la mucosa dañada generando inflamación y colonización» (Taylor, 2001 citado por Cepero, 2006).

En la Tabla n.º 4, se aprecia la complejidad de las acciones de los APC. Los sustitutos teóricamente las mismas acciones a un precio económico razonable.

Tabla 4: Efectos de los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en nutrición animal (Anderson y col, 1999)

Efectos	Fisiológicos	Nutricionales	Metabólicos
Aumentan	Absorción de nutrientes Consumo de pienso	Retención de energía y nitrógeno Absorción de glucosa, ácidos grasos, calcio, vitaminas, microelementos Nutrientes en plasma	Síntesis hepática proteínas Fosfatasa alcalina en intestino
Disminuyen	Tiempo tránsito intestinal Peso, longitud y diámetro de la pared intestinal Multiplicación células mucosa Humedad en heces	Pérdida de energía en intestino Síntesis de vitaminas	Producción amoníaco y aminos tóxicas Fenoles aromáticos Prod. degradación biliar Oxidación ácidos grasos Excreción grasa en heces Ureasa microbiana intestinal

Los antibióticos estabilizan la microflora del tracto gastrointestinal, limitando el crecimiento de microorganismos negativos y sus toxinas; promueven el crecimiento de bacterias beneficiosas; reducen la emisión de metano y amoníaco; causan un mejor uso de fósforo, mientras que en las aves de corral reducen el riesgo de coccidiosis. Además, los antibióticos de alimentación aceleran el crecimiento y extienden el peso de la carne de los animales. «La presencia de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal causa adelgazamiento de la pared intestinal y mejora su suministro de sangre. Como resultado de esto, se observa una mayor absorción de nutrientes desde la luz intestinal. Sin embargo, existe un problema de posible efecto negativo de los aditivos para piensos en la calidad de los productos de origen animal, así como en la salud humana. La amenaza para humanos y animales se ha convertido en cepas de bacterias resistentes a los antibióticos que se seleccionan bajo la influencia del uso de antibióticos» (Dankowiakowska *et al.*, 2013).

1.6 Resistencias microbianas a los antibióticos

«La resistencia a los antimicrobianos constituye hoy en día un problema global de salud, y se ha convertido en una de las prioridades a enfrentar y resolver por la Organización Mundial de la Salud. En muchos países se aplican protocolos para la crianza de animales de granja que contemplan el uso regular de antibióticos para prevenir enfermedades, y con ello, obtener un

ganado de calidad superior. Esta práctica resulta en la aparición de resistencia al antimicrobiano empleado que después se transmite al ser humano a través de la cadena alimentaria. La resistencia microbiana ha sido puesta nuevamente sobre el tapete tras el anuncio del descubrimiento de la comunicación cruzada entre bacterias y humanos, lo que ha obligado a muchos a replantearse los caminos que la práctica médica deberá seguir en el futuro si no se quiere retroceder en el tratamiento y curación de las enfermedades infecto-contagiosas» (Cartelle *et al.*, 2014).

En la actualidad, existen mecanismos diversos que resisten a un sin número de antibióticos los cuales se aprecian en la tabla 5, en la cual se aprecia mecanismos de resistencia acorde a la familia de pertenecía.

Tabla 5: Mecanismos de resistencia a las diversas familias de antibióticos

Mecanismo de resistencia	Familia de antibióticos
Bombas de expulsión	Fluoroquinolonas Aminoglicósidos Tetraciclinas β -lactámicos
Desarrollo de inmunidad y aparición de bypass	Macrólidos Tetraciclinas Sulfonamidas Trimetropin
Modificación de la diana de acción	Fluoroquinolonas Rifamicinas Vancomicina Penicilinas Macrólidos Aminoglicósidos
Inactivación por medio de enzimas	β -lactámicos Aminoglicósidos Macrólidos Rifamicinas

Fuente: Cartelle *et al.*, 2014

«La crianza comercial de cuyes en lima se realiza con sistemas de producción intensiva mayormente, este sistema de crianza trae problemas de hacinamientos, incremento en las enfermedades entre otros, una forma de prevenir es la dosificación preventiva de antibióticos en forma de promotores de crecimiento (APC). Los inconvenientes asociados al uso de

antibióticos en forma preventiva o como promotores de crecimiento ha motivado la búsqueda de nuevas opciones de prevención y control de problemas sanitarios gastrointestinales, siendo una de las opciones más promisorias el uso de probióticos» (Morales *et al.*, 2007).

1.7. Probiótico

«Los probióticos son extractos modificados tecnológicamente de microorganismos vivos que pueden usarse para luchar contra otras bacterias patógenas, es decir, que muestran algunas formas de actividades antimicrobianas contra otros patógenos. Los mecanismos posibles de esta actividad antimicrobiana que se pueden deducir son: (1) pueden excluir patógenos del huésped compitiendo por nutrientes, (2) algunos pueden producir químicos contra los patógenos, (3) algunos pueden imitar los receptores de oligosacáridos de las células hospedadoras utilizadas por los patógenos para ingresar a las células, y (4) algunos pueden bloquear el contacto ligando-receptor, lo que ayuda en la interacción entre el huésped y el patógeno. Cuando se toman por vía oral, los probióticos pueden neutralizar las toxinas e interferir con los patógenos intestinales y finalmente eliminar la infección de la región intestinal» (Ogbodo *et al.*, 2011).

«Una vez ingeridos los probióticos forman parte de la microflora intestinal, la suma resultante de las diferentes actividades combinadas de los organismos que la conforman como lo son la fermentación de sustratos de la dieta no digeribles y del moco producido por el epitelio con la producción de ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato y butirato) favoreciendo la recuperación y la absorción de calcio, hierro y magnesio, en la regulación del metabolismo de la glucosa reduciendo la glicemia postprandial, así como, la síntesis de la vitamina K y de las del grupo B» (Guarner, 2000).

«La adherencia de los probióticos al epitelio intestinal, aunque no es indispensable, es importante para modificar la respuesta inmune del hospedero. Impide que otras bacterias, (*E. coli* enteropatógena y enterotoxigénica, *Salmonella*, *Yersinia*, etc.) se unan al epitelio» (Molina, 2008).

1.7.1 Funciones del probiótico

«El empleo de probióticos en alimentación animal es una reducción de la incidencia de infecciones y una mejor función digestiva y metabólica, de tal manera que la tasa de crecimiento (o de conversión de pienso en carne) sea más rápida. Lo que pretende el

ganadero es (1) que el animal alcance su edad comercial cuanto antes mejor y consumiendo la menor cantidad posible de alimento posible, y (2) obtener una carne con el mayor porcentaje de proteína y el mínimo de grasa dado que son las características que demanda el consumidor actual» (Rodríguez *et al.*, 2013).

Dentro de las funciones del empleo de probióticos como promotores de crecimiento en animales de abasto tenemos:

- Modulación microbiana del tracto gastrointestinal
- Mejora de la barrera intestinal
- Inmunomodulación
- Disminución de enfermedades infecciosas.
- Mejora del bienestar animal
- Mejora de la tasa de conversión de pienso en carne

«El uso de los microorganismos autóctonos con capacidad probiótica es una alternativa terapéutica para el tratamiento y prevención de algunas patologías animales. En el caso de las afecciones gastrointestinales de los animales jóvenes criados en condiciones artificiales su utilización puede prevenir la colonización del tubo digestivo por patógenos, estimular el desarrollo del sistema inmunológico y contrarrestar el efecto negativo de dichas enfermedades. Finalmente, el uso de probióticos puede contribuir a disminuir la presencia de patógenos y sustancias medicamentosas en las materias primas alimenticias destinadas al consumo humano. La utilización de probióticos, aisladas a partir de distintas regiones anatómicas de los animales o de los alimentos que estos consumen permitirá mejorar las condiciones sanitarias y de producción de las explotaciones intensivas» (Rosmini *et al.*, 2004).

«La bacteria probiótica funciona de dos maneras; el primero es la exclusión competitiva: las bacterias en el ambiente gastrointestinal, producen sustancias que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y compiten con ellos por un lugar en el epitelio intestinal. Las sustancias son ácidos orgánicos de cadena corta (láctico, acético, propiónico), bacteriocinas (nisina, acidolina, acidofilina, lactocyna, lacocydyna, reutryna, laktoline, entrocine) y peróxido de hidrógeno. Las bacteriocinas tienen una alta actividad antibacteriana contra *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringers*, *Campylobacter*» (Dankowiakowska *et al.*, 2013)

1.7.2. Uso de probiótico nativo en cuyes

«La flora bacteriana normal del intestino del cuy, sobre todo en ciego y colon, está constituida principalmente por bacterias gram positivas (*Lactobacillus spp.*) y algunas gram negativas

como *Bacterioides spp.* » (Crecelius y Rettger., 1943). «El uso incorrecto de antibióticos puede suprimir esta flora normal permitiendo la proliferación de especies bacterianas patógenas gram negativas como *E.coli*, o anaerobias como *Clostridium spp.* Produciendo enterocolitis y muerte» (Farrar *et al.*, 1965; Morris, 1995).

En la búsqueda de nuevas opciones, Guevara *et al.* (2015) determinaron que «el efecto del probiótico nativo de cuyes suplementado a las madres sobre el peso de las crías al nacimiento y destete. Los gazapos provenientes de las hembras que recibieron probiótico nativo tuvieron mayor peso al nacimiento con diferencia estadística significativa y mayor peso al destete sin diferencia estadística. Las hembras que recibieron el probiótico nativo presentaron el mayor número de camada en el parto».

También Molina (2008) evaluó el impacto probiótico en cuyes de engorde, la acción de *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis*. La conclusión importante que reporta es que hay un consumo menor de alimento cuando se da probióticos a base de *B. subtilis*, representando así una excelente opción económica, debido a que en la producción pecuaria la alimentación representa una enorme inversión lo que se verá disminuido con el uso del probiótico, correspondiente a la ganancia de peso no se aprecian diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con *B subtilis*, pero son *L acidophilus* si se produjo una considerable ganancia de peso. Con respecto a lo netamente económico es una magnifica alternativa el empleo de probióticos ya que en una producción pecuaria la ganancia de peso de los animales genera mayor rentabilidad.

Así mismo, Cano *et al.* (2016) suministraron una mezcla probiótica en cuyes en etapa de crecimiento y engorde para determinar el resultado que causa en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. La conclusión que reportan es que la mezcla probiótica suministrada en cuyes en etapa de crecimiento y acabado genera un potencial enorme de incrementar el rendimiento y la eficiencia alimenticia en los cuyes, pero se deberían explorar mas en el uso de mayores niveles de probióticos para la obtención de óptimos resultados biológicos y prácticos.

1.7.3. Especies probióticas

«Los microorganismos utilizados para obtener las preparaciones probióticas para animales son microorganismos de las especies *Bacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* y *Saccharomyces*» (Dankowiakowska *et al.*, 2013).

1.7.3.1. *Bacillus*

Medina-Saavedra *et al.* (2017) sostiene que «mediante revisiones mostraron que el *B. subtilis* como probiótico es seguro para usar en la alimentación de las aves sin efectos negativos en el medio ambiente. Otra de la característica relevante del *B. subtilis* es su acción en la estabilidad de la microbiota intestinal al disminuir la presencia de *E. Coli*, *Salmonellas* y coccidias, favoreciendo el incremento de microorganismos benéficos y la inmunidad mediante el incremento de IgA e IgG. En investigaciones recientes se ha encontrado que el *B. subtilis* contribuye en la reducción de niveles de amoníaco en excretas, producción de sustancias antioxidantes y el aumento de la digestibilidad como consecuencia del equilibrio de la ecología intestinal de las aves. Además, también se ha encontrado que las xilanasas que producen los *B. subtilis* tienen un efecto similar a los antibióticos en intestino delgado. Conocer al *B. subtilis* como probiótico representa mejorar parámetros productivos y condiciones sanitarias de las aves».

1.7.3.2. *Enterococcus*

Reyes *et al.* (2012) realizaron un estudio en cerdos en etapa de iniciación, crecimiento y finalización, donde a las dietas de sorgo-pasta de soya, estándar y con proteína baja adicionado el probiótico *E. faecium* no alteran las variables productivas, las propiedades de la canal y la aglomeración de urea en el plasma. Se obtuvo un efecto beneficioso al disminuir la cantidad de urea en el plasma en cerdos ya que no alteró negativamente la respuesta productiva, ni las propiedades del canal ya que se los alimentó a base de dietas con menor proteína. La concentración total de la microflora se vio aumentada, así como la población de bacterias que se adicionaron en la dieta suministrada esto debido al probiótico utilizado.

1.7.3.3. *Lactobacillus*

Barrenetxe *et al.* (2006) estudiaron el efecto que tuvo el crecimiento animal y especialmente la funcionalidad del intestino, la acción inmunitaria, digestiva y de absorción de nutrientes con respecto a las dietas suplementadas con *Lactobacilos Casei* o *Bifidobacterium bifidum*

Determinaron que debido a la utilización de las cepas bacterianas en ratones sanos alteraron la actividad del intestino, modificando significativamente la actividad enzimática (sacarasa, maltasa y aminopeptidasa), la recepción adecuada de nutrientes (galactosa y glicilsarcosina), además de su actividad inmune intestinal que posee (mayor número de placas Peyer)

1.7.3.4. *Saccharomyces*

Arce *et al.* (2008) desarrollaron un trabajo de investigación en pollos a los cuales le suplementaron en sus dietas de sorgo + soya *Saccharomyces cerevisiae* (PcSc) a 500 g/t del

cual evaluaron las paredes celulares, en el caso de avilamicina lo utilizaron como antibiótico promotor de crecimiento (APC) a 10ppm donde evaluaron las variables productivas a 21 días de edad, también evaluaron la variación en las vellosidades intestinales en donde analizaron como varia la longitud, ancho, numero y área de estas a los 10 y 21 días de edad. Reportaron que a los 21 días el PcSc genero una mayor área de vellosidades, con lo que se puede apreciar el efecto positivo que poseen la suplementación de estos productos en la crianza de pollos de engorda.

1.8. Probiótico vs Antibióticos

«Los nuevos métodos de alimentación caracterizados por el suministro de alimentos no naturales, o sustitutos, predominantemente líquidos, la crianza intensiva que limita el contacto materno y utiliza condiciones de hábitat artificiales, la utilización de animales más productivos y el incremento del uso de compuestos antimicrobianos favorecen las condiciones de estrés de los animales, incrementan las deficiencias en la composición de su microbiota intestinal, hacen más frecuentes los desórdenes digestivos y producen una menor resistencia natural a la contaminación o a la colonización por microorganismos patógenos» (James, 1984; Fuller, 1992; Mulder *et al.*, 1997).

«El conocimiento de que el uso de probióticos puede sustituir las terapias con antibióticos con métodos menos agresivos ha dado como resultado una nueva visión en la industria farmacéutica al contemplar una tecnología global, desde el aislamiento de probióticos de ecosistemas específico tales como un hato o región geográfica, seleccionar y caracterizar a las bacterias responsables de la acción probiótica, producirlas a escala industrial, procesarlas y reintroducirlas a la dieta del animal». «En muchos casos el uso no selectivo de probióticos distribuidos por casas comerciales ha dado como resultado muy baja o nula eficiencia en el aumento de la producción. Esto se ha debido a que los probióticos adquiridos proceden de otras regiones geográficas o incluso de otras especies animales» (Fuller, 1989).

«A partir de su nacimiento, el animal entra en contacto con los microorganismos del medio ambiente que colonizan su cuerpo. Los aparatos digestivos se recubren de microorganismos que se desarrollan naturalmente en ese hábitat. Este se convierte en un sistema afectado por los alimentos que consumen, las condiciones ambientales de crianza y desarrollo y los tratamientos sanitarios. Cada especie animal presenta una composición distinta y específica de microbiota intestinal. El aislamiento y posterior caracterización y selección de microorganismos indígena a partir de los animales sanos, permite disponer de un producto biológico natural que, administrado a ejemplares de la misma especie animal, favorece el equilibrio de su ecosistema gastrointestinal y su sanidad en general» (Rosmini *et al.*, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y Tiempo

- Lugar de ejecución: El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones de la granja de cuyes de la EP de Ingeniería Agroindustrial de la UNMSM con sede en San Juan de Lurigancho, Lima.
- Laboratorio de Ciencias de los Alimentos y Laboratorio de Investigación de la EP de Ingeniería Agroindustrial de la UNMSM
- El presente trabajo inició el 16 de agosto del 2017 y finalizó el 10 de febrero del 2018.

3.2. Materiales y equipos

a. Materiales

- Bandeja de acero inoxidable
- bolsas de polietileno de 10x5 cm²

b. Utensilios

- Cuchillo con filo de acero inoxidable
- Tabla de picar de polietileno color blanco
- Bebederos enlozados modelo “largo chico”
- Comederos enlozados modelo “cuadrados”
- Cucharones de acero inoxidable
- Jara de ½ L
- Canastillas de plástico
- Baldes de capacidad de 20 L
- Ollas de capacidad de 30 L
- Tina de capacidad de 50 L
- Taper de tecnopor
- Film *stretch*
- Platos de tecnopor
- Flameador
- Vasos descartables

c. Equipos

- Balanza industrial marca VALTOX, especificaciones 300 Kg./50 g
- Balanza digital SF-400, especificaciones 7000 g/1g
- Cocina industrial de acero inoxidable con tres hornillas

d. Reactivos Químicos

- Hipoclorito de sodio al 4.63 % (p/p)
- Hidróxido de calcio (Cal)

e. Insumos

- Agua potable

f. Otros materiales

- Viruta 0.3 cm²
- Termómetro de pared -40 °C A 50 °C
- Comederos enlozados modelo “redondos”
- Bebederos enlozados modelo “largos”

3.3. Instalaciones del galpón para cuyes

Se diseñó el galpón de cuyes en la EP de Ingeniería Agroindustrial. Las dimensiones de cada poza fueron de 0.3 m de ancho por 1.0 m de largo y 0.4 m de altura. Para graduar la temperatura interna y facilitar el flujo de aire, se hicieron 3 ventanas las cuales estaban tapadas con una malla mosquitera, a su vez por las tardes éstas ventanas se taparon con un plástico de polipropileno de alta densidad con el fin de garantizar el bienestar de los cuyes por la noche. La experimentación se realizó a finales de diciembre e inicios de verano en donde la temperatura oscilaba entre 28 °C durante el día y 25 °C por la noche.

A la entrada del galpón se instaló una poza de 0.4 m³, en la cual se adicionó 4 kg de cal para la desinfección de las botas, con ello se garantizó que el ambiente esté libre de contaminantes y algunos parásitos que provocan disminución de peso debido a la succión de la sangre del animal. Así también, libre de microorganismos como *Paraspidodera*, *Trichophyton mentagrophytes* u hongos, cuyo síntoma es caída de pelaje, comezón, presencia de lesiones próximas a ojos, nariz y lomo, asimismo se evitó posibles enfermedades como la salmonelosis, micosis, etc. Por ello se hizo una exhaustiva limpieza del galpón usando un hipoclorito de sodio a 500 ppm dos semanas antes del inicio de la experimentación. También se esterilizó el ambiente flameando el galpón por 15 minutos. Se colocó una cama de viruta de 5 cm de altura.

Se instaló una mesa en donde se puso una balanza SF-400 de 7 kg de capacidad y con una precisión de 1 g para controlar el peso del animal.

3.4. Animales experimentales

En la primera etapa se utilizaron 15 cuyes hembras procedentes de una granja ubicada en el distrito de Pachacámac, y en la segunda etapa se utilizaron 20 cuyes machos (hijos de las hembras de la primera etapa). Se pesaron individualmente y se distribuyeron al azar en cada poza.

3.5. Tratamientos

Esta investigación tuvo dos etapas. La primera y segunda etapa consto de 5 tratamientos que consistieron en:

1 Etapa:

3.5.1. Tratamientos experimentales para las madres

Tratamiento 1. Sin probiótico en preparto y posparto (sin pre- y sin pos-)

Tratamiento 2. Con probiótico preparto y posparto (con pre- y con pos-)

Tratamiento 3. Sin probiótico preparto y con probiótico posparto (sin pre- y con pos-)

Tratamiento 4. Con probiótico preparto y sin probiótico posparto (con pre- y sin pos-)

Tratamiento 5. Con antibiótico preparto y posparto

2 Etapa:

3.5.2. Tratamientos para las crías

Tratamiento 1. Sin probiótico en preparto y posparto (sin pre- y sin pos-)

Tratamiento 2. Con probiótico preparto y posparto (con pre- y con pos-)

Tratamiento 3. Sin probiótico preparto y con probiótico posparto (sin pre- y con pos-)

Tratamiento 4. Con probiótico preparto y sin probiótico posparto (con pre-y sin pos-)

Tratamiento 5. Con antibiótico preparto y posparto

3.5.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones para la primera etapa y para la segunda, con 5 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Una repetición representa un cuy alojado en una poza. El análisis de los datos se procesó mediante el uso del programa INFOSTAT y para la comparación de medias se utilizó la prueba

de Tukey. De igual manera, para la etapa de degustación se utilizó la prueba de Friedman y ANVA.

3.6 Procedimiento del proceso productivo

3.6.1 Compra de cuyes

Se Compraron 15 cuyes hembras y 2 reproductores, proveniente de una Granja de Cuyes ubicada en Pachacámac. Estos ya habían alcanzado la madurez sexual y estuvieron listos para la reproducción.

3.6.2 Transporte de cuyes

Se trasladó a los cuyes en gavetas plásticas, con mucho cuidado, ya que son animales sumamente delicados.

3.6.3 Ubicación en poza de empadre

Los animales se mantuvieron en cuarentena para comprobar si poseían enfermedades. Una vez terminada la cuarentena, fueron ubicados en dos lotes: el primer lote constó de 7 cuyes hembras y el segundo lote, de 8 cuyes hembras, con un macho por lote.

3.6.4 Control de peso

Se registró el peso cada 2 semanas para las madres y para las crías semanalmente en un libro de control que se tuvo, el cual indicó el historial del animal.

3.6.5 Reproducción

La gestación del animal duró aproximadamente 63 días en promedio, verificándose previamente la gestación.

3.6.6 Destete

Se realizó a los 14 días de edad, posteriormente fueron separados en machos y hembras. Aquí se registró el peso de la madre y el de las crías a un día de nacidos.

3.6.7 Ubicación de crías

Las crías machos se ubicaron en pozas separadas, siguiendo el tratamiento de sus madres para la evaluación de la segunda etapa. Las crías permanecieron en las pozas hasta el momento del sacrificio.

3.6.8 Sacrificio de las crías

Una vez que las crías alcanzaron un peso promedio entre 850-900 g, se sacrificaron y se dispuso de la carcasa para los análisis correspondientes.

3.6.9 realización del faenado de los animales

Para el transporte de los animales se utilizó jabs de plástico cuyas dimensiones eran de 86 cm de largo, 26 cm de alto y 60 cm de ancho. El transporte se realizó desde el galpón hacia el Laboratorio de Ciencias de los Alimentos y Laboratorio de Investigación de la EP de Ingeniería Agroindustrial. Posteriormente se realizó el pesado y en seguida ser colocados cabeza abajo en los embudos de beneficio, luego se procede a realizar un corte en la yugular externa usando un cuchillo, se dejó desangrar por un minuto y medio. Posteriormente se procedió con las demás etapas del faenado: Escaldado, limpieza, evisceración, etc. Al final del proceso las carcasas fueron colocadas en bolsas de polipropileno y almacenadas en la cámara de refrigeración.

3.7 Concepto y descripción de la técnica

«El probiótico nativo utilizado se obtuvo de cepas previamente aisladas del raspado del epitelio y contenido de secciones intestinales de cuyes (*Cavia porcellus*) neonatos (1-7 días), las cuales fueron previamente identificadas mediante técnicas moleculares basadas en secuenciamiento y análisis bioinformático del gen 16S Rdna» (Carcelén et al., (2012)). «Las cepas identificadas en género y especie fueron evaluadas en su capacidad probiótica mediante las siguientes pruebas descritas en la literatura: Determinación de producción de ácido láctico, determinación de producción de ácidos orgánicos, determinación de ácido cítrico, determinación de actividad bactericida, determinación de actividad bacteriostática, resistencia a antibióticos y resistencia a la acidez gástrica (pH) y a las sales biliares».

El probiótico fue obtenido del GINAA de la FMV de la UNMSM, y consiste en una mezcla de bacterias extraídas del tracto gastrointestinal del cuy.

El probiótico se suministró una semana antes y después del parto por 7 días consecutivos por las mañanas, una cantidad de 2 ml por madre.

3.8 Parámetros evaluados

3.8.1. Parámetros productivos

3.8.1.1. Consumo de materia seca

El consumo se registró diariamente, a cada unidad experimental se le abasteció de concentrado preparado además de forraje, acorde a cada tratamiento, para determinar cuanto era el consumo de alimento diario, se pesaba el alimento proporcionado y al día siguiente se pesaba el residuo que se encontraba, esto se realizó a cada unidad experimental.

Para determinar el aporte real de materia seca se tuvo que sumar los aportes que tanto el concentrado y el forraje proporcionaban, ya que el concentrado aporta un 84.40% y el forraje aporta un 17.87%, entonces se tuvo en cuenta lo siguiente para encontrar el consumo real de materia seca:

- Peso suministrado de concentrado + forraje
- Peso de residuo del concentrado + forraje

$$\text{Consumo de materia seca} = \text{MS suministrado} - \text{MS residual}$$

3.8.1.2. Ganancia de peso

Este dato se evaluó cada 2 semanas para las madres y para las crías semanalmente, para esto se realizó el pesaje individual de los animales y ese peso restarlo de la semana anterior. Los pesos se tomaron al inicio del día antes de proveer el alimento.

$$\text{Ganancia de peso (g)} = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

3.8.1.3. Conversión alimenticia

Este parámetro se obtuvo semanalmente, para lo cual requerimos del consumo de alimento y la ganancia de peso semanal, para lo cual se utilizó los siguientes datos:

- Ganancia de peso
- Consumo total de materia seca

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo total de materia seca (g)}}{\text{Ganancia total de peso vivo (g)}}$$

3.8.1.4. Rendimiento de la carcasa

Para la obtención del rendimiento de carcasa, se sacrificaron 4 cuyes por cada tratamiento, a los cuales se les pesó individualmente antes del sacrificio, posteriormente se registró el peso del animal sin pelo, sin vísceras, sin cabeza y sin miembros anteriores y posteriores. Para obtener el rendimiento de carcasa se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento de la carcasa (\%)} = \frac{\text{peso inicial}(g) - \text{peso final}(g)}{\text{peso inicial}(g)} * 100$$

3.8.2. Parámetros de calidad

3.8.2.1. Análisis físico y Químico de la carcasa

Para realizar este análisis se utilizó bolsas plásticas de polipropileno de primer uso, en donde se colocó la carcasa de los cuyes identificadas y rotuladas adecuadamente, posteriormente se realizó el traslado al Laboratorio de Bioquímica y Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM para el desarrollo de los análisis. Los análisis fisicoquímicos de la carcasa del cuy se determinaron usando procedimientos estandarizados según AOAC. Así, se determinaron humedad (925.09), proteína cruda (986.06), cenizas (967.05), extracto etéreo (920.39) y extracto no nitrogenado.

3.8.2.2. Evaluación sensorial

Se realizó la fritura de las muestras a las que les adiciono solo 1% de sal, utilizando 200 ml de aceite de soya a 200°C, el aceite fue cambiado antes de proceder la cocción de una muestra nueva. Fue necesario la presencia de 28 panelistas a quienes se les presentó un cuestionario para evaluar el olor, sabor, textura y el grado de preferencia. Los panelistas tenían que ser consumidores de carne de cuy para poder realizar la evaluación organoléptica. Se trabajó con el método de análisis comparativo utilizando escalas hedónicas de 7 puntos para el olor, sabor y textura, para el grado de preferencia los 7 puntos se los agrupó en solo 4 teniendo en cuenta los niveles de preferencia.

3.8.2.3. Análisis Microbiológico

Para ejecutar los análisis microbiológicos en la carne de cuy se preparó las muestras siguiendo la metodología establecida por la AOAC:

- AOAC-19. 991.14. Meat and meat products. Determination of total coliforms. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19. 991.14. Determination of *Escherichia coli*. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19. 998.09. Determination de *Salmonella* spp. Association of Official Analytical Chemists. 2012.
- AOAC-19. 2003.11. Determination de *Staphylococcus aureus*. Association of Official Analytical Chemists. 2012.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Primera Etapa

4.1.1 Consumo de alimento de las madres por tratamiento semanal

En la tabla 6, se detalla el consumo de alimento de las madres durante el periodo de gestación según cada tratamiento. El mayor consumo obtuvo las madres del tratamiento T4 (con probiótico preparto) con un total de 2982 g, mientras que el otro tratamiento que recibió probiótico (T2) presentó el menor consumo con 2222 g junto a T1 (control) con 2236 g, y las madres que han recibido antibiótico (T5) han consumido 2527 g. Estos resultados no presentan una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

Tabla 6: Consumo semanal promedio por tratamiento.

Tratamientos	Semanas de suplemento					Consumo total (g)
	1	2	3	4	5	
T1	381	413	445	494	503	2236^a
T2	384	415	463	474	486	2222^a
T3	432	474	508	590	613	2617^a
T4	521	593	590	621	657	2982^a
T5	468	465	438	561	596	2527^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Miranda-Yuquilema *et al.*, (2018) evaluaron el comportamiento productivo en cerdas reproductoras y su descendencia al suplementar biopreparado en la dieta. Las cerdas reproductoras que consumieron probiótico en el último tercio de la gestación obtuvieron mayor peso al parto, asimismo, sus descendientes nacieron con mayor peso. Además, los parámetros productivos de los lechones fueron mejores en todas las faces evaluadas, logrando reducir los trastornos diarreicos y las muertes.

4.1.2 Peso de los gazapos al nacer y al destete

En la tabla 7, tenemos que el mayor peso al nacimiento (203 g) lo obtuvieron los gazapos nacidos de las madres no se les suministro probiótico nativo, seguido de los gazapos de las madres que recibieron antibiótico en preparto con 183 g y finalmente los gazapos de las madres que recibieron probióticos con 173 g, al análisis estadístico realizado no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos. En T4 (con probiótico) presentó 183 g, siendo mayor a T3 (sin probiótico) que presentó 164.7 g.

El peso al destete se puede observar en la tabla 7, los gazapos descendientes de cuyes hembras a los cuales no se les suministro probiótico nativo presentaron mayor peso promedio al destete con 412.7g, por el contrario, los gazapos provenientes de cuyes a las que se les suministro probiótico nativo arrojaron un peso promedio de 314.2g, y un peso intermedio con 383.9 gramos de los gazapos provenientes de cuyes a las que suministraron antibiótico. Según el análisis realizado en ANVA ($p > 0.05$) no existe diferencias significativas entre los 3 tratamientos analizados.

Tabla 7: Peso promedio de gazapos al nacimiento y al destete por tratamiento (g).

Tratamientos	Peso promedio al nacimiento (g)	Peso promedio al destete (g)
T1	203.3 ^a	412.7 ^a
T2	167.0 ^a	314.2 ^a
T3	164.7 ^a	211.3 ^a
T4	183.0 ^a	267.5 ^a
T5	173.3 ^a	383.9 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el presente estudio, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, pero sí una diferencia numérica en estudios similares a lo publicado por Guevara *et al.* (2015), quienes determinaron que el peso promedio de los gazapos provenientes de madres a las que le suministraron probiótico fue de 179.8 g, siendo el mayor que registraron, y el peso menor que registraron fue de 154.5 g cuyos gazapos provenían de madres que no recibieron probiótico nativo, arrojando así diferencias significativas entre sus tratamientos; esto se debió a influencia posiblemente de otros factores no considerados en nuestro estudio como la fertilidad de las madres.

Mientras que en el peso al destete en Guevara *et al.* (2015) arrojó mayor peso (312.1g) en gazapos procedentes de madres a las que le suministraron probiótico nativo y un menor peso en gazapos cuyas madres fueron alimentadas sin probiótico nativo, no reportaron diferencias estadísticas significativas. En contraste con el presente estudio, se encontró que el mayor peso lo obtuvieron los gazapos descendientes de cuyes hembras no les suministraron el probiótico nativo (T1), esto una vez más se pudo deber al número de camada que se presentó en cada tratamiento representando un factor a tomar en cuenta.

4.1.3 Número de camada por tratamiento

En la tabla 8, se detalla que el mayor número de camada lo obtuvieron las madres que recibieron probiótico nativo (T2) con 2.7, de igual manera aquellas madres que recibieron antibiótico (T5) con 2.7; en cuanto al menor valor fue de 1.7 en aquellas madres que no recibieron probiótico nativo (T1). No presenta diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$) entre los tres tratamientos (T1, T2 y T5).

Tabla 8: Número de camada por tratamientos

Tratamientos	Cantidad de Crías
T1	1.7 ^a
T2	2.7 ^a
T3	2.3 ^a
T4	1.3 ^a
T5	2.7 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El número de camada reportado por Guevara *et al.* (2015) fue superior en las hembras que le suministraron probiótico nativo con 2.3 gazapos, pero no obtuvieron diferencias estadísticas significativas; siendo resultados similares al presente trabajo donde las madres que recibieron probiótico nativo presentaron 2.7 (T2), de la misma manera en madres que recibieron antibiótico fue de 1.7 (T1).

Uno de los posibles efectos esperados con la suplementación de probiótico en periodo posparto fue una mejora en ganancia de peso en los gazapos, que debía estar relacionada indirectamente con el incremento de la producción láctea (Cadena, 2014).

Los resultados de esta primera etapa son similares a los obtenidos por Sosa (2005), quien evaluó el uso de un aditivo a base de *Saccharomyces cerevisiae* en la productividad en los 30 días al término del periodo de gestación y lactancia de las cerdas, sin efectos significativos en cuanto al peso promedio del lechón recién nacido, ni al destete, ni la cantidad de cerdos nacidos vivos, tampoco sobre los días abiertos ($P>0.05$). pero si hubo un incremento en el consumo de alimento por la utilización de la levadura. ($P=0.003$)

En el estudio de Ayala *et al.* (2014), trabajaron con 24 cerdos con 21 kg de peso y 68 días de edad de los cuales analizaron las propiedades morfológicas de los órganos digestivos, estos cerditos derivan de un cruce comercial de cerdas tratadas con *Bacillus subtilis* antes de que se produzca el parto y durante la lactancia. El peso fresco referente del tracto y los órganos

digestivos no fueron tomados en cuenta en el estudio, salvo el intestino delgado presento una pequeña correlación. Entonces la respuesta morfométrica donde perciben una actividad hipertrófica notable en el cerdo está relacionada con los estudios de su vida cuando el crecimiento del tracto digestivo y del intestino delgado se desarrolla. Ayala *et al.* (2014) atribuyen a los probióticos las mejoras sobre el proceso de la digestión y absorción de los nutrientes, asociado al anabolismo gestacional en la cerda, que a su vez permite realizar un mejor aprovechamiento de sus dietas favoreciendo el desarrollo del feto en el periodo final de la gestación

Durante la etapa de lactancia la leche materna es un complejo fluido biológico específico en cada especie, adaptado para satisfacer las necesidades nutricionales, inmunes y de protección contra los patógenos de las crías. Ciertos estudios han reportado la presencia constante de bacterias, comensales, mutualistas y probióticos para el infante presentes en la leche materna y el calostro de humanos. Se reportaron que celular detríticas (DCs) trasladan bacterias no patógenas procedentes del lumen del intestino que atraviesan el epitelio del intestino. Las (DCs) son capases de enviar bacterias fuera del epitelio atravesando vínculos estrechos entre células epiteliales intestinales conservando la integridad de la barrera. (Leónides Fernández, 2006 citado por Duque, 2015)

4.2. Segunda Etapa

4.2.1 Ganancia de peso vivo - GPV (semanal)

En la tabla 9, se encuentra la ganancia de peso semanal y total de cada uno de los gazapos destetados provenientes de los tratamientos de la primera etapa. Durante las 4 semanas de evaluación, los gazapos de las madres que recibieron antibiótico (T5) presentaron la mayor ganancia de peso (877.3 g), seguido de las crías de las madres a las que suministraron probiótico en pre-parto y sin probiótico post-parto (T4) con 866.8 g, mientras que las crías de las madres que no les suministraron probiótico en preparto ni posparto (T1) tuvieron una menor ganancia de peso (720 g), así mismo no se presenta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Tabla 9: Ganancia de peso semanal de los gazapos por tratamiento

TRATAMIENTOS	Peso inicial (g)	Semanas de suplemento				Peso final (g)	Ganancia de peso (g)
		1	2	3	4		
T1	413.0	57.8	139.3	77.8	98.5	916.0	720.0^a
T2	330.3	86.0	88.3	56.8	87.1	901.8	741.8^a
T3	331.0	131.8	131.8	91.0	131.8	983.8	821.8^a
T4	420.3	102.5	98.0	81.5	100.3	1047.3	866.8^a
T5	401.8	154.0	128.5	91.3	141.3	1060.0	877.3^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cano *et al.* (2016) buscaron modelos significativos con resultado lineal a los grados de probiótico en ganancia de peso en madres después del tercer día del parto (5 días) y, en el mismo lapso, las crías machos también recibieron probiótico mediante administración diaria oral (1 mL), concluyendo que el compuesto probiótico posee la capacidad de elevar la ganancia de peso en cuyes en crecimiento y acabado, con respecto a la diferencia de los resultados en este estudio se suplemento solo a las madres en el periodo de preparto y posparto sin haber administrado directamente a las crías en el periodo de crecimiento y acabado.

Kabir *et al.* (2004) evaluaron la dinámica de los probióticos en relación con el aumento de la ganancia de peso vivo, el peso de las partes de carne cortadas y la respuesta inmune en pollos de engorde. Determinando que producción de anticuerpos se encontró significativamente ($p < 0.01$) más alta en comparación con los controles, también se observaron diferencias significativas en el peso del bazo y la bolsa debido a la suplementación con probióticos. Los resultados de este estudio revelaron que la suplementación con probióticos promovió una influencia significativa en el aumento de peso vivo.

En cuanto a la mayor ganancia de peso, (Guevara *et al.* (2015) reportan que a los cuyes que les suministraron la dieta sin probiótico, obtuvieron 493 g, siguieron los cuyes tratados con probiótico de flora natural cuyo peso fue de 492.1 g, luego los cuyes del tratamiento mezcla (probiótico de flora natural + probiótico comercial) obtuvieron 450 g y por ultimo los cuyes cuyo dieta suministrada con probiótico comercial obtuvieron el menor peso de 432.7 g., en este caso hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos.

4.2.2. Consumo de alimento

En el consumo de alimento en materia seca de cada tratamiento por semana (tabla 10) se ha determinado que las crías de las madres que recibieron antibiótico en parto y posparto (T5) han acumulado un consumo de 1732.8 g representando el mayor valor; seguido de las crías de madres que recibieron probiótico en parto y sin probiótico posparto (T4) con 1646.8 g; las crías de las madres suplementadas sin probiótico parto y con probiótico posparto (T3) han consumido 1461.1 g, y las crías de T1 (Sin probiótico en parto y posparto) han consumido 1351.1 g; mientras que el menor valor lo obtuvo T2 (Con probiótico parto y posparto) con 1253 g de alimento consumido, sin diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

Tabla 10: Consumo de alimento en materia seca de las crías por tratamiento

Tratamiento	Semanas de suplemento				Consumo acumulado en materia seca
	1	2	3	4	
T1	275.1	306.5	364.8	405.2	1351.5^a
T2	240.1	285.1	339.8	388.0	1253.0^a
T3	316.9	357.9	376.5	410.0	1461.1^a
T4	325.5	404.0	428.4	488.9	1646.8^a
T5	350.8	429.7	447.0	505.3	1732.8^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En estos resultados, se ha evaluado una forma de administración del probiótico que marque una diferencia con una administración directa. Guevara *et al.* (2015) reportaron resultados similares por que el consumo de alimento resulto superior en los cuyes que le suministraron probiótico natural con 1330 g sin diferencia estadística entre tratamiento.

En cuanto a los resultados de consumo de alimento, fue inferior a los reportados por Torres *et al.* (2013) donde el menor consumo de materia seca fue 2564 g de los cuyes que recibieron 150 mL de probiótico nativo y el mayor fue 3293 g de los cuyes controles negativo.

4.2.3. Conversión alimenticia (CA)

Dentro de las 4 semanas de evaluación de las crías por tratamiento, se determinó su conversión alimenticia semanal y promedio (tabla 11), los cuales no reportaron diferencia significativa ($p < 0.05$), pero sí numérica. El mayor valor de conversión alimenticia en promedio lo obtuvieron las crías de madres suplementadas con probiótico en parto y posparto (T2)

y también las crías de madres que recibieron probiótico en preparto y sin probiótico posparto (T4) con 3.5 ambos tratamientos. Seguido de los tratamientos T1 (sin probiótico en preparto y posparto) y T5 (antibiótico preparto y posparto) con valores 3.3 y 2.7 respectivamente. Mientras que las crías de las madres que no recibieron probiótico en preparto y sí en posparto (T3) obtuvieron el menor valor de conversión alimenticia con 2.5.

Tabla 11: Conversión alimenticia de las crías por tratamiento

Tratamiento	Semanas de suplemento				Promedio
	1	2	3	4	
T1	3.9	1.7	3.7	3.9	3.3^a
T2	2.3	3.0	4.4	3.9	3.5^a
T3	2.0	2.3	3.4	2.2	2.5^a
T4	2.5	3.3	4.2	3.9	3.5^a
T5	1.8	2.7	3.9	2.5	2.7^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La conversión alimenticia reportó mejores resultados en los cuyes del tratamiento sin probiótico con 2.8 y los cuyes del tratamiento donde se suministró probiótico nativo obtuvieron 2.9. En estudios similares, estos valores son diferentes a lo publicado por Torres *et al.* (2013), quienes determinaron que los cuyes que recibieron 150 mL de probiótico nativo presentaron el menor índice de conversión alimenticia (3.90) y el mayor valor fue del control negativo (5.04), asemejándose con el presente trabajo cuyos valores son parecidos.

La administración del probiótico nativo a las madres en el periodo posparto busca mejorar el aprovechamiento de nutrientes en la madre para transferir estos mismos a las crías mediante el enriquecimiento y mejor producción de leche en esta etapa de lactancia. Estudios como los de Londoño-Pérez y Parra-Suescún (2015) han reportaron el suministro de probióticos, especialmente *E. faecium*, aumenta el aprovechamiento del calcio y fósforo por parte del animal y genera un cambio en el metabolismo de los carbohidratos favoreciendo la disponibilidad de glucosa como fuente de energía para los cerdos en fase posdestete.

Asimismo, Cano *et al.* (2016) buscaron modelos significativos que arrojen resultados lineales a los niveles del probiótico frente a la conversión alimenticia en madres después del tercer día del parto (5 días) y en el mismo lapso las crías machos también recibieron probiótico mediante administración diaria oral (1 mL), concluyendo que la mezcla probiótica tiene la capacidad de aumentar la conversión alimenticia en cuyes en crecimiento y acabado, con respecto a la diferencia de los resultados en este estudio se suplementó solo a las madres en

el periodo de preparto y posparto sin haber administrado directamente a las crías en la etapa de crecimiento y acabado.

4.2.4. Rendimiento de carcasa

En cuanto al rendimiento de carcasa (tabla 12), se obtuvo que las crías de las madres suplementadas sin probiótico en preparto y con probiótico en posparto (T3) fue el mayor rendimiento con 63.10 %, seguido de las crías de T5 (con antibiótico en preparto y posparto) y T4 (con probiótico en preparto y sin probiótico posparto) con valores de 62 % y 61.40 % respectivamente. Y los menores valores lo han obtenido T1 (sin probiótico en preparto y posparto) y T2 (con probiótico preparto y posparto) con 59.60 % y 59.10 % respectivamente. No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Tabla 12: Rendimiento de carcasa de cada tratamiento

Tratamiento	Peso final (g)	Peso carcasa (g)	Rendimiento de carcasa (%)
T1	916.00	545.94	59.60^a
T2	901.80	532.96	59.10^a
T3	983.80	620.78	63.10^a
T4	1047.30	643.04	61.40^a
T5	1060.00	657.20	62.00^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Guevara *et al.* (2015), en cuanto al mayor rendimiento de carcasa, el tratamiento con cuyes suministrados con probiótico comercial obtuvieron un 69.7 %, seguido del tratamiento con cuyes suministrados con probiótico de flora natural + probiótico comercial con 68.6%, el tratamiento con cuyes a que no les suministraron probiótico obtuvieron 68.0% y el rendimiento mas bajo lo obtuvieron los cuyes que fueron tratados con probióticos de flora natural con 67.7%. Los valores son cercanos a los que reporta este trabajo, pues se tiene que considerar la forma de administración del probiótico a las crías en esta segunda etapa.

En rendimiento de carcasa, Torres *et al.* (2013) informan que el probiótico suministrado a sus tratamientos no afectó, con lo que concluyen que la adición en la alimentación de cepas probióticas procedentes de la microbiota intestinal del cuy afectó ($p < 0.05$) el índice de conversión alimenticia en periodo de crecimiento y engorde. Estos resultados de Torres *et al.* (2013) son similares a los obtenidos, salvo con la diferencia que el probiótico en su caso fue

administrado en el alimento concentrado, mientras que en este trabajo solo se administraron a las madres vía oral en pre- y posparto.

4.2.5. Análisis Proximal de la carne de cuy

El análisis proximal de la carcasa de cada tratamiento (tabla 13) se ha encontrado que la humedad se encuentra en rango de 70.26 a 75.62 de los tratamientos T3 y T4. En cuanto a proteínas los tratamientos que presentan mayor porcentaje son T5, T3, y T2 con valores 17.96 %, 17.86 % y 17.44 % respectivamente; los tratamientos con valores más bajos de proteína son T1 y T4 con 14.88 % y 14.98 % respectivamente, existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos de tratamiento.

Según el análisis químico en la determinación de la grasa, ha presentado una variación numérica en cada tratamiento, el mayor valor porcentual fue 10.18 % de T3 seguido por T1 con 9.31 %, T5 con 7.70 %, T4 con 6.70 % y finalmente el menor valor es 3.60 % de T2. En análisis de cenizas el mayor valor fue 1.03 % del tratamiento T1, mientras que T4 y T5 obtuvieron un porcentaje de 0.99 %, seguido de T3 con 0.97 % y el menor valor lo obtuvo T2 con 0.93 %. En el extracto no nitrogenado T2 se presentó 4.47 %, siendo el mayor valor, seguido de T4 con 1.71 %, T1 con 1.23 % cercano a este T5 con 1.21 %, siendo el menor valor T3 con 0.72 %.

Tabla 13: Análisis proximal de carcasa de cada tratamiento

Tratamiento	Humedad	Proteínas	Grasa	Cenizas	Extracto no nitrogenado
T1	73.55	14.88 ^a	9.31	1.03	1.23
T2	73.55	17.44 ^b	3.60	0.93	4.47
T3	70.26	17.86 ^b	10.18	0.97	0.72
T4	75.62	14.98 ^a	6.70	0.99	1.71
T5	72.15	17.96 ^b	7.70	0.99	1.21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Resultados similares obtenidos por Guevara *et al.* (2016), quienes reportaron los mayores valores en relación de materia seca con 30.1% y proteína con 18.2 %, sin diferencias estadísticas. En relación con el extracto etéreo, el porcentaje más elevado fue 9.9 %, en cuanto cenizas, el mayor porcentaje fue 1.3 %; y en extracto no nitrogenado fue 2.9 %. En cuanto al resultado estadístico, no arrojo diferencias significativas en cuanto a proteína, extracto etéreo y cenizas, pero sí en relación con el extracto no nitrogenado, la diferencia en

los valores se debe a que utilizaron la inulina a cambio de antibiótico promotor de crecimiento (APC) ahí analizaron la calidad de la carne de cuy.

Según Flores-Mancheno *et al.* (2016), al caracterizar la carne de cuy reportan un mayor contenido de proteína en el criollo con 19.1 % y en el mismo también hallamos el menor contenido de grasa con 7.6 %. Mientras que la raza Perú mejorado obtuvo 17.78 % en proteína, 8.56 % en grasa, 73.48 % en humedad y 1.26 % en ceniza. Aquellos valores son cercanos los obtenidos en este estudio, por lo tanto, se puede afirmar que la suplementación de probiótico nativo a las madres no presenta un efecto directo sobre la caracterización fisicoquímica de la carne de las crías.

En cuanto a la consecuencia de la suplementación directa de probióticos en aves sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne se ha manifestado su efecto sobre las grasas, menorando la cantidad de fosfolípidos en la carne, porcentaje de colesterol en los huevos y una considerable disminución de la grasa en el abdomen de las aves. La capacidad de ciertos microorganismos en torno al efecto hipocolesterolemico, como es el caso de *L. acidophilus*, que utiliza su metabolismo para asimilar el colesterol. Otras cepas como es el caso de *Lactobacillus* y *Bifidobacterias* que pueden desconjugar los ácidos biliares evitando su reabsorción intestinal, lo que hace que sean excretados, originando que el hígado vuelva a sintetizar a base del colesterol presente en la sangre las sales biliares (López *et al.*, 2017).

Según estos resultados se puede verificar que la administración de probiótico nativo a las madres no ha presentado un gran efecto significado en cuanto a la calidad fisicoquímica de la carne de las crías.

Atreves del control, separación y desarrollo de las células epiteliales del intestino, la utilización del probiótico aumenta la absorción de las células epiteliales presentes en el intestino. Por ejemplo, con el deseo de mejorar la salud, el desempeño y acrecentar las características zootecnistas incorporan levaduras a las dietas (Castro *et al.*, 2005).

Dentro de los efectos como probiótico de las levaduras está la estimulación de las disacaridasas de las microvellosidades. Se encuentra estudios donde el consumo oral de *S. cerevisiae* por humanos y ratas destetadas ocasiono intensidad en las actividades determinadas y generales de las disacaridasa, sucrasa, lactasa y maltasa, en las membranas de las microvellosidades, asociado en un primer lugar con la disminución de las diarreas (Castro *et al.*, 2005); pero se infiere que también se asocia a la mejor absorción de los nutrientes mejorando la calidad fisicoquímica de la carne en animales de abasto suplementados con probióticos.

En los cerdos, se ha demostrado que la inclusión de levaduras en la dieta puede incrementar la ganancia de peso durante el crecimiento y mejorar la eficiencia alimenticia sin incrementar el consumo de alimento. Jurgens *et al.* (1997), citado por Castro *et al.* (2005), suplementaron con levadura las dietas de maíz y torta de soya de los cerdos para medir su desempeño. En las hembras el rango de días de evaluación fue a partir de los 93 días de gestación hasta el día 21 de lactancia. En relación con el macho el análisis se desarrolló a partir de su nacimiento hasta los 28 días de destete. Las concentraciones de levadura que utilizaron en gestación fueron de 0 %, 0,1% y 0,2%, en lactancia utilizaron 0%, 0,15% y 0,3%. El concentrado de *S. cerevisiae* era la base de la levadura (más de 15×10^9 células vivas·g⁻¹). Se reportaron cantidades elevadas de sólidos totales, proteína cruda y gamaglobulinas en la leche de cerdas a las que suministraron levadura, por el contrario que se apreció en cerdas a quienes solo se les proporciono dieta control.

4.2.6. Análisis Microbiológico de la carne de cuy

En la tabla 14, se observa que, dentro del análisis microbiológico que se realizó a la carne de los tratamientos (T1, T2 y T5), todos están por debajo del límite aceptable en caso de aerobio mesófilos y ausencia de *Salmonella sp.* Los resultados obtenidos son referenciales ya que el análisis de muestras realizadas no es suficiente para un análisis estadístico.

Tabla 14: Recuento de microorganismos en la carne según tratamiento

Microorganismos	Tratamientos			Límite Aceptable*
	T1	T2	T5	
Aerobios mesófilos	28x10 ² UFC/g	15x10 ³ UFC/g	37x10 ³ UFC/g	10 ⁵ UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	**
<i>Salmonella</i>	Ausencia/25g	Ausencia/25g	Ausencia/25g	Ausencia/25g

1. Rec Aerobios mesófilos. ICMSF Vol. 1. 120-124.2000.

2. Num de E. coli. ICMSF Vol. 1. 138-142.2000.

3. Salmonella. ICMSF Vol. 1. 172-174.2000.

** No Aplica para este Parámetro

Según los resultados obtenidos en esta tabla encontramos que se encuentra por debajo del límite que indica la NTP 201.058 de carne de cuy, donde en el recuento de aerobio mesófilos deberá estar por debajo de 10⁶ ufc/g lo cual es verificable en el análisis de las 3 carcasas de cuy. En cuanto a *Salmonella*, la norma indica su total ausencia en 25 g como se tiene y en

cuanto a *E. coli*, deberá estar por debajo de 10^2 ufc/g, en este caso la metodología empleada en el análisis se realizó por NMP/g, lo cual nos indica que en las 3 carcasas hay $< 3\text{NMP/g}$. Por lo tanto, se tiene una carcasa conforme, indicándonos que en el proceso de beneficiado y almacenamiento se han respetado las BPM.

La norma sanitaria (NTS n° - MINSA/DIGESA-V.01), para alimentos y bebidas de consumo humano determina criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad. En donde para clasificarse como aceptables los ejemplares de carne cruda de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, otros. que hayan sido refrigeradas o congeladas deben tener una concentración $\leq 10^5$ UFC/g, medianamente aceptable 10^5 UFC/g $> x \leq 10^7$ UFC/g e inaceptables $> 10^7$ UFC/g, en donde los tratamientos T1 obtuvo de 28×10^2 UFC/g, T2 obtuvo 15×10^3 UFC/g y T5 arrojó 37×10^3 UFC/g lo que demuestra que son muestras clasificadas como aceptables.

En el presente estudio se puede inferir que la suplementación del probiótico a las madres en posparto ha mejorado la composición de la leche, como mencionan Castro *et al.* (2005), permitiendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes por lo gazapos. Otro aspecto posible a incluir es referido a la microbiota placentaria (preparto). Faneite (2014) menciona que un grupo investigador liderado por Aagaard caracterizaron las bacterias de 320 placentas que fueron analizadas genéticamente e indicaron que los fetos en el útero no están protegidos del mundo exterior como se podría pensar y la placenta alberga un ecosistema único de bacterias, que son muy parecidas a las existentes en la boca de las madres, lo que ha dado la sospecha que los microbios orales podrían trasladarse vía hematógena y alojarse en la placenta. Las bacterias no patógenas que viven en la placenta tienen importantísimas funciones fisiológicas, como las de metabolizar vitaminas y cofactores (por ejemplo, biotina y ácido fólico) en niveles adecuados para el feto en desarrollo.

La pérdida de calidad sensorial a causa de microorganismos y el crecimiento elevado de patógenos a niveles altos son lo que ocasiona la disminución de la vida útil y posterior deterioro de los alimentos. La causa principal de enfermedades es transmitida por los alimentos ya que generan un uso excesivo de la temperatura durante la refrigeración, ya que genera altos niveles de un crecimiento de bacterias y patógenos provocando enfermedades o intoxicaciones (Ray, 2004).

4.2.7. Análisis sensorial de la carne de cuy

En cuanto al análisis sensorial que se realizó con 28 panelista no entrenados, se consideró una escala hedónica de 1 a 4 puntos para los parámetros organolépticos de olor, sabor y textura. Según el análisis de varianza que se han obtenido (tabla 15), con un grado de

confianza de 95 % y un error del 5 %, se tiene que para las tres características organolépticas no hay diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Esto nos indica que según los tratamientos provenientes de la primera etapa no hay presentado gran influencia en la degustación de los 28 panelistas.

Tabla 15: Análisis de varianza de las características organolépticas de la carne de cuy según los diferentes tipos de tratamientos

	Tratamientos					*Valor p
	T1	T2	T3	T4	T5	
Olor	5.11	4.86	4.82	5.07	4.71	0.6396
Sabor	4.71	4.96	5.00	5.18	4.79	0.7386
Textura	5.18	5.25	4.82	5.25	5.00	0.4550

* $p > 0.05$ no existe diferencia estadística.

Según Guevara *et al.* (2016), en su investigación en donde sustituyo los antibióticos que promueven el crecimiento por la inulina, y Guevara *et al.* (2009), adiciono en la dieta de cuyes probióticos nativos y comerciales, los resultados de la presente investigación son similares, en relación con la predilección por la carne de cuy especificado en el sabor, olor y color, lo que demuestra que los probióticos nativos no alteraron las propiedades organolépticas de la carne de cuy.

En estudios realizados en aves suplementadas con probiótico, reportan que las características organolépticas de la carne ya se fresca o congelada, se mejoran, así también la textura, jugosidad y apariencia. Las investigaciones en cuanto a las características sensoriales de la carne son muchas. Como lo reporta Kabir y sus colaboradores en donde sus resultados arrojan que las aves que fueron suplementadas con probióticos presentaron mejor sabor en la carne, por el contrario, Pelicano *et al.* (2004) no reportaron mejoras en la palatabilidad ni en la apariencia habitual de la carne (López *et al.*, 2017).

En cuanto al grado de preferencia (tabla 16) por parte de los panelistas, según la ficha de evaluación presentada en cada una de las características organolépticas de las carcasas, han dispuesto que les pareció mejor o peor (mucho preferencia a ninguna preferencia) a pesar de no existir diferencia significativa, pero, se aprecia una leve diferencia numérica.

En olor y sabor la mayoría de panelistas tiene una preferencia por T3 y T4, mientras que en textura han tenido una preferencia por T1 y T4.

Tabla 16: Grado de preferencia por el consumo de la carne de cuy según los diferentes tipos de tratamientos

	Olor					Sabor					Textura				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Mucha preferencia	2	1	0	1	3	2	2	1	3	2	1	2	1	2	1
Preferencia	17	18	20	20	13	16	17	19	19	18	22	20	16	21	19
Poca preferencia	8	8	7	6	11	7	8	7	3	5	3	6	10	5	8
Ninguna preferencia	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	2	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia

El resultado estadístico que se obtuvo, mediante la prueba de Friedman y la prueba de Chí cuadrado, con un 95% de confiabilidad, reporta que no hay diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto a las preferencias por el consumo de carne de cuy, tanto para el cuy alimentado con probióticos y para el cuy alimentado con antibióticos.

Resultados similares fueron obtenidos por Guevara *et al.* (2016) en su investigación donde cambio los antibióticos generadores de crecimiento por la inulina referente a calidad de la carne; y Guevara *et al.* (2009) reportaron que, cuyes alimentados con sachá inchi no genera diferencias en el consumo de su carne, lo que indica que no genera variaciones en las características organolépticas de la carne siempre y cuando se genere un balance adecuando entre los porcentajes de los componentes de la dieta.

En cuanto a la comparación entre tratamientos por la prueba de Tukey en cuanto a olor (gráfico 1), se tiene que no hay diferencia entre los tratamientos salvo por una diferencia numérica, la cual nos indica que el T4 y T1 obtiene valores superiores.

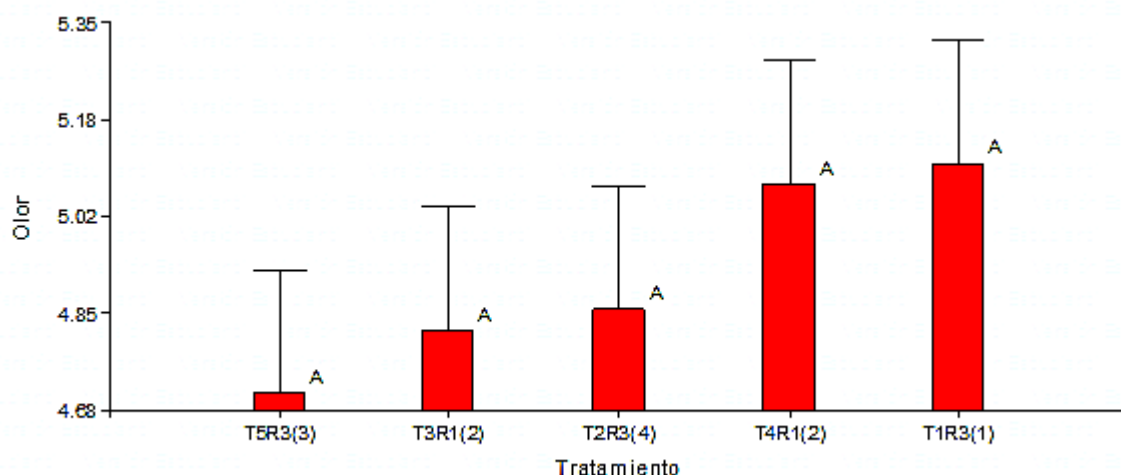


Gráfico 1: Comparación de olor según la prueba de Tukey

En el gráfico 2, tenemos la comparación de sabor en cada tratamiento también no presentan entre tratamientos diferencia significativa, nuevamente el tratamiento T4 es de mayor valor seguido por T3 y T2.

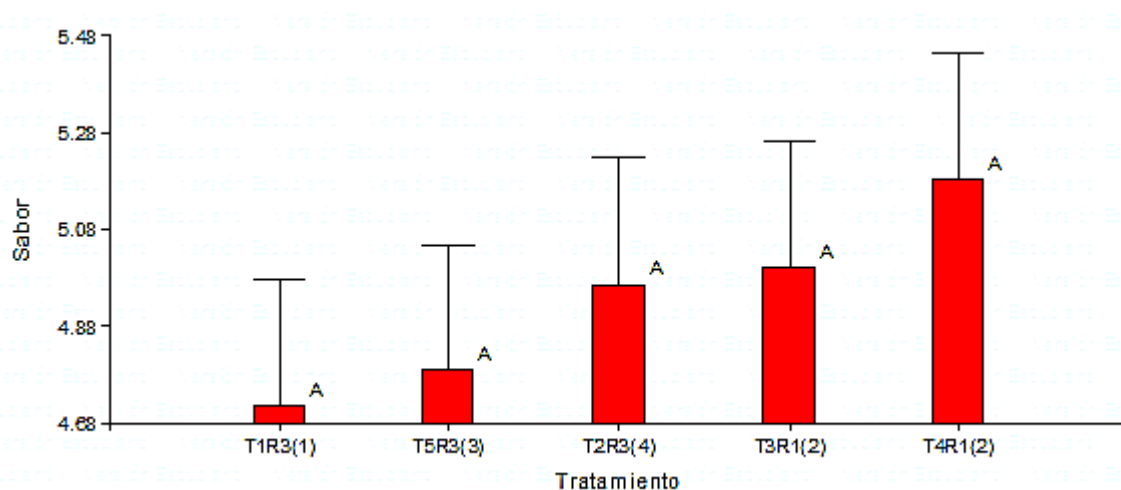


Gráfico 2: Comparación de sabor según la prueba de Tukey

En caso de la textura (gráfico 3), no hay diferencia significativa entre tratamientos, pero la diferencia numérica muestra que los tratamientos T4, T3 y T1 presentan los mayores valores

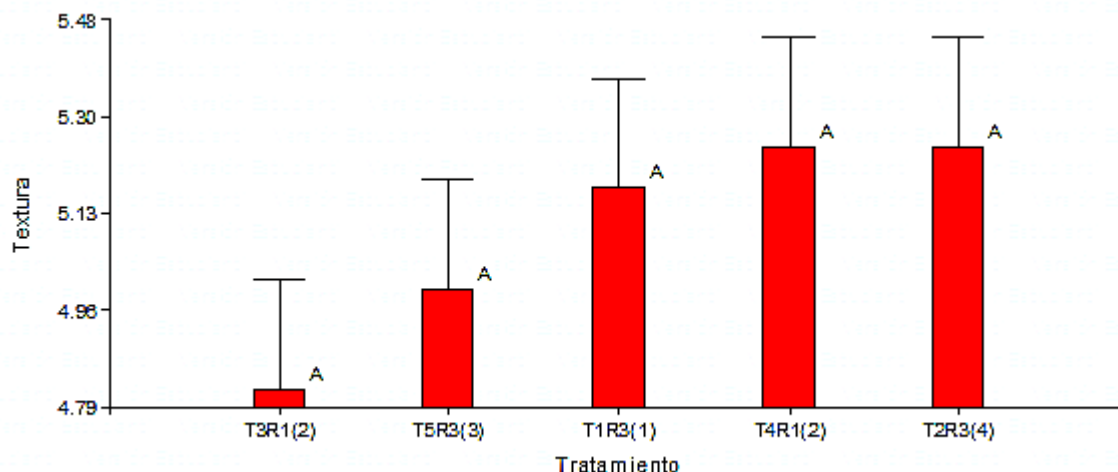


Gráfico 3: Comparación de textura según la prueba de Tukey

Los principales factores de calidad de la carne, que define si se realiza la compra o no, son su apariencia visual, textura, sabor y el color, siendo este el primordial. Hargreaves *et al.* (2004) demostraron como las reservas de glucógeno muscular antes de la faena se reducen debido a agentes estresantes, lo que se aprecia en el porcentaje de reprobación ($pHu > 5,9$), lo que se relaciona fuertemente con el corte oscuro. Las carnes con “corte oscuro” son aquellas que a simple vista van de un color rojo oscuro a café negro, con una consistencia seca, dura y algo pegajosa en la parte visible del musculo debido a un pH ultimo elevado (pHu) realizado después de 24h de frio efectivo post mortem. Una de las posibles razones por las cuales no existe diferencia estadísticamente significativa en el presente trabajo se deba a que el beneficio se llevó a cabo con las mismas condiciones sin generar demasiado estrés en el animal.

Así mismo, la calidad organoléptica de la carne se ve afectada por factores inherentes al animal como edad, sexo y alimentación. La edad para todas las crías fue estimada entre 5 a 6 semanas dependiendo del peso comercial alcanzado. En cuanto al sexo, todas las crías beneficiadas fueron machos, ya que estos tienen la facilidad de alcanzar el peso comercial rápidamente. Y, en cuanto a la alimentación, la formulación de los concentrados fue la misma en todos los tratamientos según el requerimiento alimenticio de esta etapa de recría (ver anexo 6), hay que detallar que los tratamientos se mantienen de la primera etapa en las madres donde se suplemento el probiótico. Por lo tanto, se puede considerar que no ha habido alguna variación respecto a estos factores que muestren una variación significativa.

4.2.8. Evaluación de contenido de grasa presente en la carcasa de cuy



Figura 2: Comparación en relación al porcentaje de grasa que cubre los órganos entre el cuy con tratamiento T1, T3 Y T5 (izquierda) y el cuy control (derecha)

Se aprecia que los cuyes con tratamiento T1, T3 Y T5 (figura de la izquierda) no presentan un porcentaje elevado en contenido de grasa que cubre los órganos, esto debido a que el probiótico nativo hace que la absorción de nutrientes sea más eficaz; en cambio, en el cuy control (figura de la derecha) se puede observar que hay presencia de grasa excesiva al contorno de los órganos (corazón y pulmones), esto debido a que no hay absorción de nutrientes en el tracto digestivo y por ende la acumulación de grasa es mayor.

V. CONCLUSIONES

Al finalizar la etapa experimental y discutir los resultados, se llegó a las siguientes conclusiones:

- El probiótico nativo suplementado a las madres mejoró la calidad de la carne de sus crías, sin diferencia estadística.
- La mejor eficiencia en conversión alimenticia y rendimiento de carcasa se obtuvo en los cuyes del tratamiento con probiótico en parto y sin probiótico en parto.
- La carne de los tratamientos T1, T2 y T5 son inocuas y aceptables bajo los parámetros microbiológicos de la NTP 201.058.
- En el análisis sensorial no hubo diferencia con la suplementación del probiótico nativo a las madres sobre la calidad organoléptica de la carne de las crías.
- En el grado de preferencia originado por el consumo de la carne los mayores valores en olor y sabor lo presentaron los cuyes de los tratamientos T3 y T4 y en textura los cuyes del T2.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar G, Bustamante J, Bazán B, Falcón N. 2011. Diagnóstico situacional de la crianza de cuyes en una zona de Cajamarca. Rev Inv Vet Perú 22: 9-14.
- Arce, J. Ávila, E. López, C. (2008). Comportamiento productivo y cambios morfológicos en vellosidades intestinales del pollo de engorda a 21 días de edad con el uso de paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae*. Vet. Méx. 39 (2): 223-228.
- Archetti, E.P. et al., 1984. Análisis de la producción, formas de consumo, comercialización y simbología del cuy en ocho comunidades de la Sierra ecuatoriana. CEPLAES, Quito, Ecuador.
- Ataucusi, S. (2015). Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú. Cáritas del Perú.
- Avilés D. Martínez A., Landi V., Delgado J. (2014). El cuy (*Cavia porcellus*): un recurso andino de interés agroalimentario. Animal Genetic Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations. pág.: 55, 87–91.
- Ayala, L., Bocourt, R., Castro, M., Dihigo, L. E., Milián, G., Herrera, M., & Ly, J. (2014). Desarrollo de órganos digestivos en cerditos descendientes de madres que consumieron un probiótico, antes del parto y durante la lactancia. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 48(2).
- Barrenetxe, J., Aranguren, P., Grijalba, A., Martínez-Peñuela, J. M., Marzo, F., & Urdaneta, E. (2006, December). Modulación de la fisiología gastrointestinal mediante cepas probióticas de *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*. In Anales del sistema sanitario de Navarra (Vol. 29, No. 3, pp. 337-347). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Bradford, A. (2015, 28 April). Guinea Pig Facts. Live Science. Nota periodística.
- Buxade, C. 1998. Vacuno de carne: Aspectos claves. 2 ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Cadena, M. A. (2014). Determinación del efecto de la suplementación de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de cerdas en lactación, sobre parámetros productivos de lechones lactantes. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Central del Ecuador.
- Cano, W. Carcelén, C. Ara, G. Quevedo, G. Alvarado, S. Jiménez, A. (2016). Efecto de la Suplementación con una Mezcla Probiótica sobre el Comportamiento Productivo de Cuyes (*Cavia porcellus*) durante la Fase de Crecimiento y Acabado. Rev Inv Vet Perú 2016; 27(1): 51-58.

- Cañeque, V. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria). Madrid, España.
- Carcelén, F., Guevara J., Porturas K., Alvarado A., González R. 2012. Aislamiento e identificación por técnicas moleculares de aislados bacterianos pertenecientes a géneros con potencial aplicación probiótica presentes en el intestino de cuyes (*Cavia porcellus*). Lima: Facultad de Medicina Veterinaria, UNMSM.
- Cartelle, M. Villacís, J.E. Alulema, M. J. Chico, P. (2014). De la granja a la mesa. Implicaciones del uso de antibióticos en la crianza de animales para la resistencia microbiana y la salud. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 24(1): 129-139.
- Castro, M., & de Souza Rodriguez, F. (2005). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 26-38.
- Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Alimentaria (CIATA). 1998. Tecnología Agroalimentaria (boletín informativo). Principado de Asturias-Consejería de Agricultura. Asturias, España.
- Cepero, R. (2006). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la unión europea: causas y consecuencias. Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
- Chauca, F.L. y Zaldívar, A.M. 1985. Investigaciones realizadas en nutrición selección y mejoramiento de cuyes en el Perú. *INIPA*, 2:30.
- Chauca, F.L. (2008). El cuy *Cavia porcellus* en el Perú, Historia y Aportes del INIA. *Agro Enfoque*. 22 (159):76-81.
- Chauca, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. 2 ed. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Lima, Perú. 77 pág.
- Chauca, L. 1994. Crianza de Cuyes. Lima, Perú, INIA. 30 p.
- Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Alimentaria (CIATA). 1998. Tecnología Agroalimentaria (boletín informativo). Principado de Asturias-Consejería de Agricultura. Asturias, España.
- Crecelius H, Rettger L. 1943. The Intestinal Flora of the Guinea Pig. *Journal of Bacteriology* 46: 1-13.
- Dankowiakowska, A. Kozłowska, I. Bednarczyk, M. (2013). Probiotics, prebiotics and synbiotics in poultry – mode of action, limitation, and achievements. *Journal of Central European Agriculture*, 14(1): 467-478.

- Duque Vélez, J. (2015). Efecto del consumo de probióticos *Lactobacillus Rhamnosus* y *Lactobacillus Bulgaricus* en cerdas lactantes, sobre el desarrollo y crecimiento de los lechones (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Faneite, P. J. (2014). El microbioma humano. Microbiota placentaria. Revista Colombiana Salud Libre; 9 (2): 107-113.
- FAO. 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Servicio de programas de nutrición. Dirección de alimentación y nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO.
- FAO. 2009. Preparación de las estrategias nacionales y los planes de acción sobre los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 2. Roma. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0770s/i0770s.pdf>
- Farrar E, Thomas H. 1965. Enteritis and coliform bacteremia in guinea pigs given penicillin. American Journal of Pathology 47:629-642.
- Flores-Mancheno, C.I.Duarte,C. Salgado-Tello, I.P. (2016). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. Revista de Ciencia y Agricultura. Vol. 14. pág. 39-45
- Fuller R., 1989. A review: Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66, 365-378.
- Fuller, R. (1992) History and development of probiotics. En: Probiotics: The Scientific Basis, R. Fuller (Ed.). Londres, Chapman & Hall. Pp 1-8.
- Guarner F., 2000. El colon como órgano: hábitat de la flora bacteriana Alimentación Nutrición y Salud 7 (4) 99-106.
- Guevara, J. Tapia, N. Condorhuamán, C. Díaz, P. Carcelén, F. León, E. Peña, D. (2015) Producción de carne inocua de cuy (*cavia porcellus*) mediante la suplementación de la dieta con probióticos de flora natural y probiótico comercial. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 18 N.º 1. Págs. 71-79.
- Guevara, J. Carcelén, F. Bezada, S. López, R. Vergaray, R. Guerrero, A. (2016). Uso de la inulina en reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento sobre la calidad de la carne de cuy. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 19, N.º 2, págs. 69- 75.
- Guevara J. Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sachá inchi. [Tesis Doctoral]. UNALM. Lima, Perú; 2009.
- Gustafson R., 1991.Symposium: Antibiotic residues in meat and milk. Journal of Dairy Science, 74: 1428 – 1432.
- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R., & Zamorano, L. (2004). Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. Cien. Inv. Agr, 31(3), 155-166.

- J. Guevara. (2015) Efecto del probiótico nativo del cuy (*Cavia porcellus*) suplementado a las madres sobre el peso de las crías al nacimiento y al destete.
- James, R.E., McGilliard, M.L. y Hartman, D.A. (1984). Calf mortality in Virginia dairy herd improvements herds. *Journal of Dairy Science* 67, 908-918.
- Kabir, S.M. L. Rahman, M. M. Rahman, M. B. Rahman, M. M. Ahmed, S. U. (2004). The Dynamics of Probiotics on Growth Performance and Immune Response in Broilers. *International Journal of Poultry Science* 3 (5): 361-364.
- Londoño-Pérez, S. Parra-Suescún, J. (2015). Efecto de la adición de cepas probióticas sobre el metabolito sanguíneo en cerdos en crecimiento. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol. 13, N° 2. Pág. 49-56.
- López, E. A. D., Isaza, J. Á., & Ángel, D. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, (35), 175-189.
- Medina-Saavedra, T. Arroyo-Figueroa, G. Herrera-Méndez, C. Mexicano-Santoyo, L. (2017). *Bacillus subtilis* como probiótico en avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes. *Abanico veterinario*, 7(3), 14-20.
- Miranda-Yuquilema, J. E., Marin-Cárdenas, A., & González-Pérez, M. (2018). El comportamiento bioproductivo de cerdas reproductoras y su descendencia alimentadas con aditivo probiótico. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 69-81.
- Molina M. (2008). Efecto probiótico de *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* en cuyes (*Cavia Porcellus*) de engorde. [Tesis]. Sangolquí: Departamento de ciencias de la vida. Carrera de Ciencias Agropecuarias.
- Morales S, Mattos J, Call S. 2007. Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) en la dinámica de la infección por *Salmonella* entérica en cuyes. XXX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Cuzco-Perú.
- Morales, S. (2012). Patógenos oportunistas por transmisión fecal-oral en cuyes reproductores introducidos al distrito de San Marcos. *Científica*, 9(1), 33-36.
- Morris T. 1995. Antibiotic therapeutics in laboratory animals. *Lab Anim* 29: 16-36.
- Mulder, R.W., Havenaar, R. y Huis in't Veld, J. H. (1997). Intervention strategies: the use of probiotics and competitive exclusion microbiotas against contamination with pathogens in pigs and poultry. En: *Probiotics: 2. Application and Practical Aspects*, R. Fuller Ed. Londres, Chapman & Hall, Pp. 187-207.
- Norma Técnica Peruana 201.058 2006. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- Ogbodo, S.O. Okeke, A.C. Ugwuoru, C.D.C. Chukwurah, E.F. (2011). Possible Alternatives to Reduce Antibiotic Resistance. *Life Sciences and Medicine Research*. 24: 1-9.

- Pelicano E, Souza H, Leonel F, Zeola N, Bonago M. 2004. Productive Traits of Broiler Chickens Fed Diets Containing Different Growth Promoters. *Brazilian Journal of Poultry Science* 6(3): 177-182p.
- Ray, B. 2004. *Fundamental Food Microbiology*. 608 p. CRC Press, Boca Raton, Fl.
- Reyes, I., Figueroa, J. L., Cobos, M. A., Sánchez-Torres, M. T., Zamora, V., & Cordero, J. L. (2012). Probiótico (*Enterococcus faecium*) adicionado a dietas estándar y con baja proteína para cerdos. *Archivos de zootecnia*, 61(236), 589-598.
- Rodríguez, J. M. Sobrino, O. J. Marcos, A. Collado, M.C. Pérez-Martínez, G. Martínez-Cuesta, M. C. Peláez, C. Requena, T. (2013). ¿Existe una relación entre la microbiota intestinal, el consumo de probióticos y la modulación del peso corporal? *Nutr Hosp.* 28(1):1-12.
- Rosmini, M. R.; Sequeira, G. J.; Guerrero Legarreta, I.; Martí, L. E.; Dalla Santina, R.; Frizzo, L.; Bonazza, J.C. 2004. Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. Departamento de Salud Pública Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Kreder 2805, C.P. 3080, Esperanza, Argentina. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 3, núm. 2, pp. 181-191.
- Sosa, O. 2005. Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de cerdas en el periodo de gestación y lactación. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 9p.
- Torres, C. Carcelén, F. Ara, M. San Martín, F. Jiménez, R. Quevedo, W. Rodríguez, J. (2013) Efecto de la suplementación de una cepa probiótica sobre los parámetros productivos del cuy. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. Vol. 24. Pág. 433-440.
- Usca, J. 1998. Producción de cuyes. Facultad de Ingeniería Zootécnica. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 80p. Riobamba, Ecuador.
- Zaldívar, M.A. 1991. Informe final Proyecto Sistemas de producción de cuyes en el Perú. Fase 1. INIA-CiiD, Lima, Perú.

VII. ANEXOS

ANEXO 1

Áreas recomendadas para cuyes productores de carne

País	Autor	Año	Área ($m^2/animal$)	Clase
Bolivia	Cahill <i>et al.</i>	1995	0,2500	empadre
			0,1950	recría
Colombia	Otero	1971	0,0975	recría
	Ortegón	1987	0,1429	empadre
Perú	Humala	1971	0,1300	recría
	Montesinos	1972	0,0899	recría
	Vaccaro <i>et al.</i>	1968	0,1000	empadre
	Zaldívar <i>et al.</i>	1977	0,1364	empadre
	Chauca	1993	0,1875	empadre
	Zaldívar y Chauca	1975	0,1000	recría
			0,0600	cría
	Moreno	1989	0,1091	empadre

Citado por Ortégón y Morales, 1987

ANEXO 2

Fotos de la fase campo

Foto n.º 1: Flameado del área donde se realizó la investigación



Foto n.º 2: Ubicación en las pozas de empadre



Foto n.º 3: Ubicación en las pozas de gestación

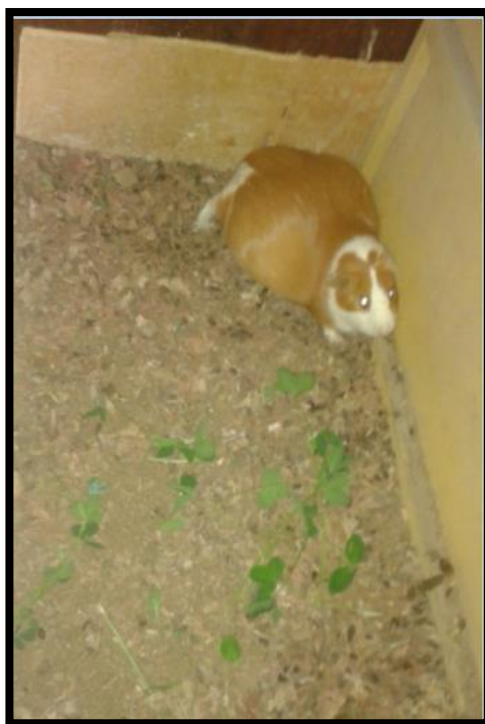


Foto n.º 4: Dosificación del probiótico según cada tratamiento



Foto n.º 5: Suministración del probiótico vía oral

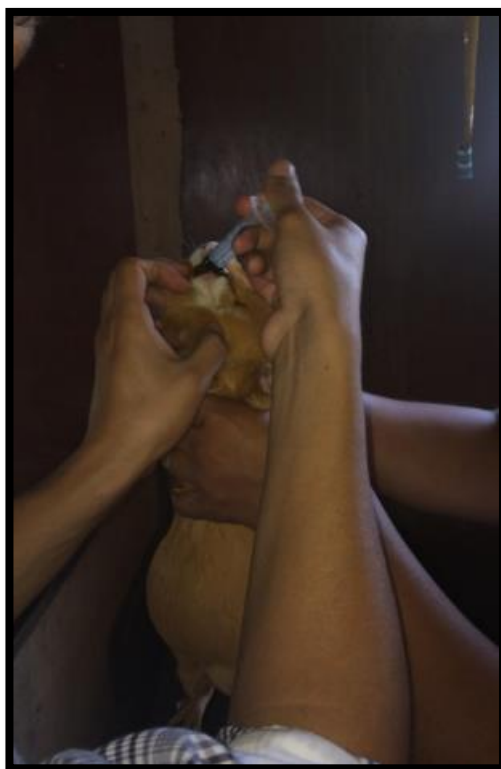


Foto n.º 6: Gazapos al primer día de nacimiento



Foto n.º 7: Peso de las crías al momento del destete



Foto n.º8: Pesado del alimento



Foto n.º 9: Registro de la dosificación del alimento según cada tratamiento



Foto n.º 10: Registro semanal del peso de las crías



ANEXO 3
Fotos de la fase de laboratorio.

Foto n.º 11: Selección de los cuyes para su beneficio



Foto n.º12: Sacrificio de los cuyes



Foto n.º 13: Pelado de cuyes



Foto n.º14: Disección del cuy



Foto n.º15: Evisceración del cuy



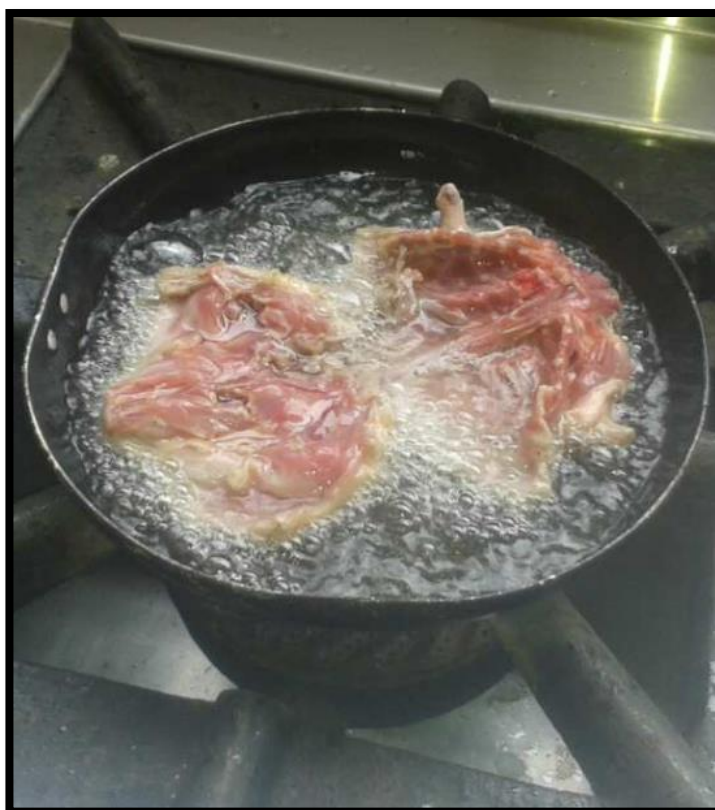
Foto n.º 16: Rendimiento de la carcasa del cuy



Foto n.º 17: Refrigeración y conservación de la carne



Foto n.º 18: Fritado de la carne por tratamiento



ANEXO 4

Análisis de la varianza

Consumo de alimento de madres I ETAPA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de alimento	15	0.57	0.39	11.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1177656.40	4	294414.10	3.26	0.0590
Tratamiento	1177656.40	4	294414.10	3.26	0.0590
Error	902911.33	10	90291.13		
Total	2080567.73	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=807.45002

Error: 90291.1333 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	2222.33	3	173.48 ^a
T1	2235.67	3	173.48 ^a
T5	2527.33	3	173.48 ^a
T3	2616.67	3	173.48 ^a
T4	2982.33	3	173.48 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Número de camada

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de camada	15	0.19	0.00	65.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.40	4	1.10	0.57	0.6912
Tratamiento	4.40	4	1.10	0.57	0.6912
Error	19.33	10	1.93		
Total	23.73	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.73634

Error: 1.9333 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	1.33	3	0.80 ^a
T1	1.67	3	0.80 ^a
T3	2.33	3	0.80 ^a
T2	2.67	3	0.80 ^a
T5	2.67	3	0.80 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso al nacer

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso al nacer	15	0.25	0.00	16.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2960.93	4	740.23	0.82	0.5423
Tratamiento	2960.93	4	740.23	0.82	0.5423
Error	9052.00	10	905.20		
Total	12012.93	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=80.84727

Error: 905.2000 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	164.67	3	17.37 ^a
T2	167.00	3	17.37 ^a
T5	173.33	3	17.37 ^a
T4	183.00	3	17.37 ^a
T1	203.33	3	17.37 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso al destete	9	0.35	0.13	18.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15392.51	2	7696.25	1.59	0.2791
Tratamiento	15392.51	2	7696.25	1.59	0.2791
Error	29034.09	6	4839.02		
Total	44426.60	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=174.27179

Error: 4839.0156 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	314.17	3	40.16 ^a
T5	383.90	3	40.16 ^a
T1	412.67	3	40.16 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

II ETAPA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CA	20	0.19	0.00	50.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10.48	4	2.62	0.86	0.5100
TRATAMIENTO	10.48	4	2.62	0.86	0.5100
Error	45.71	15	3.05		
Total	56.19	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.81164

Error: 3.0473 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	2.58	4	0.87 ^a
T5	3.11	4	0.87 ^a
T1	3.42	4	0.87 ^a
T4	3.45	4	0.87 ^a
T2	4.77	4	0.87 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento de carcasa	20	0.23	0.02	3.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24.30	4	6.08	1.11	0.3890
TRATAMIENTO	24.30	4	6.08	1.11	0.3890
Error	82.25	15	5.48		
Total	106.55	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.11298

Error: 5.4833 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	59.00	4	1.17 ^a
T1	60.25	4	1.17 ^a
T4	61.25	4	1.17 ^a
T3	61.75	4	1.17 ^a
T5	62.00	4	1.17 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Ganancia de peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia de peso	20	0.34	0.16	12.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	82152.00	4	20538.00	1.91	0.1614
TRATAMIENTO	82152.00	4	20538.00	1.91	0.1614
Error	161451.00	15	10763.40		
Total	243603.00	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=226.53036

Error: 10763.4000 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	720.00	4	51.87 ^a
T2	741.75	4	51.87 ^a
T3	821.75	4	51.87 ^a
T4	866.75	4	51.87 ^a
T5	877.25	4	51.87 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Consumo de alimento**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de alimento	20	0.41	0.25	24.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5067936.30	4	1266984.08	2.60	0.0783
TRATAMIENTO	5067936.30	4	1266984.08	2.60	0.0783
Error	7308746.50	15	487249.77		
Total	12376682.80	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1524.14924

Error: 487249.7667 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	2027.25	4	349.02 ^a
T3	2590.50	4	349.02 ^a
T1	2783.00	4	349.02 ^a
T4	3356.25	4	349.02 ^a
T5	3365.00	4	349.02 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Olor**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Olor	140	0.02	0.00	22.82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.19	4	0.80	0.63	0.6396
Tratamiento	3.19	4	0.80	0.63	0.6396
Error	169.79	135	1.26		
Total	172.97	139			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.81907

Error: 1.2577 gl: 135

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5R3 (3)	4.71	28	0.21 ^a
T3R1 (2)	4.82	28	0.21 ^a
T2R3 (4)	4.86	28	0.21 ^a
T4R1 (2)	5.07	28	0.21 ^a
T1R3 (1)	5.11	28	0.21 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sabor	140	0.01	0.00	28.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.79	4	0.95	0.50	0.7386
Tratamiento	3.79	4	0.95	0.50	0.7386
Error	257.50	135	1.91		
Total	261.29	139			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.00869

Error: 1.9074 gl: 135

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1R3 (1)	4.71	28	0.26 ^a
T5R3 (3)	4.79	28	0.26 ^a
T2R3 (4)	4.96	28	0.26 ^a
T3R1 (2)	5.00	28	0.26 ^a
T4R1 (2)	5.18	28	0.26 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	140	0.03	0.00	20.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.89	4	0.97	0.92	0.4550
Tratamiento	3.89	4	0.97	0.92	0.4550
Error	142.71	135	1.06		
Total	146.60	139			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.75094

Error: 1.0571 gl: 135

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3R1 (2)	4.82	28	0.19 ^a
T5R3 (3)	5.00	28	0.19 ^a
T1R3 (1)	5.18	28	0.19 ^a
T4R1 (2)	5.25	28	0.19 ^a
T2R3 (4)	5.25	28	0.19 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANÁLISIS PROXIMAL

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	10	0.93	0.87	3.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.47	4	4.87	16.47	0.0044
Tratamiento	19.47	4	4.87	16.47	0.0044
Error	1.48	5	0.30		
Total	20.95	9			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.18054

Error: 0.2955 gl: 5

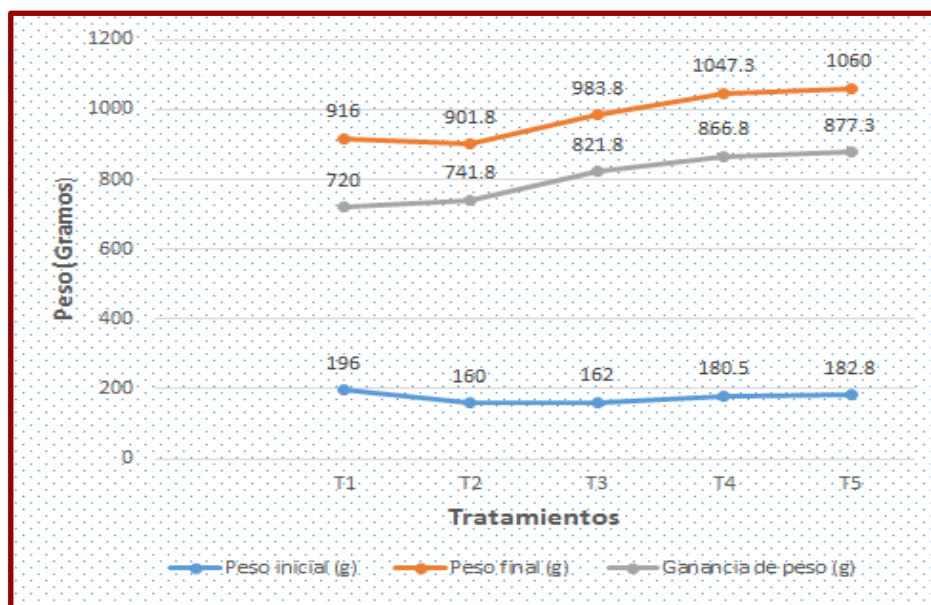
Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	14.88	2	0.38 ^a
T4	14.98	2	0.38 ^a
T2	17.44	2	0.38 ^b
T3	17.86	2	0.38 ^b
T5	17.96	2	0.38 ^b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 5

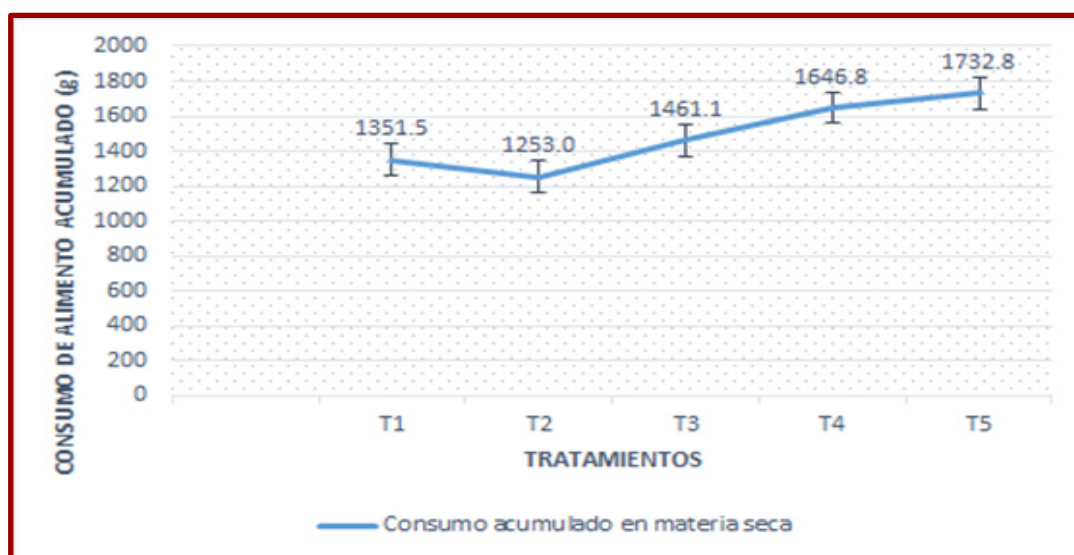
Gráficos de los parámetros Productivos

Gráfico n.º 4: Resultado de suma de ganancia de peso vivo semanal promedio/tratamiento



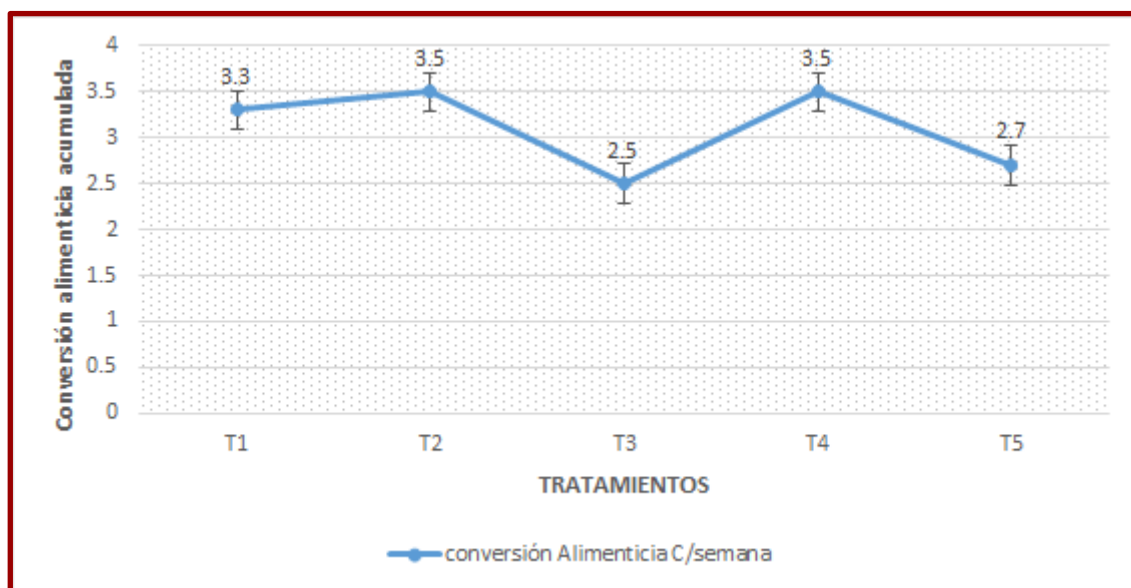
Fuente: Elaboración propia

Gráfico n.º 5: Resultado de consumo de alimento acumulado promedio en materia seca total (g)



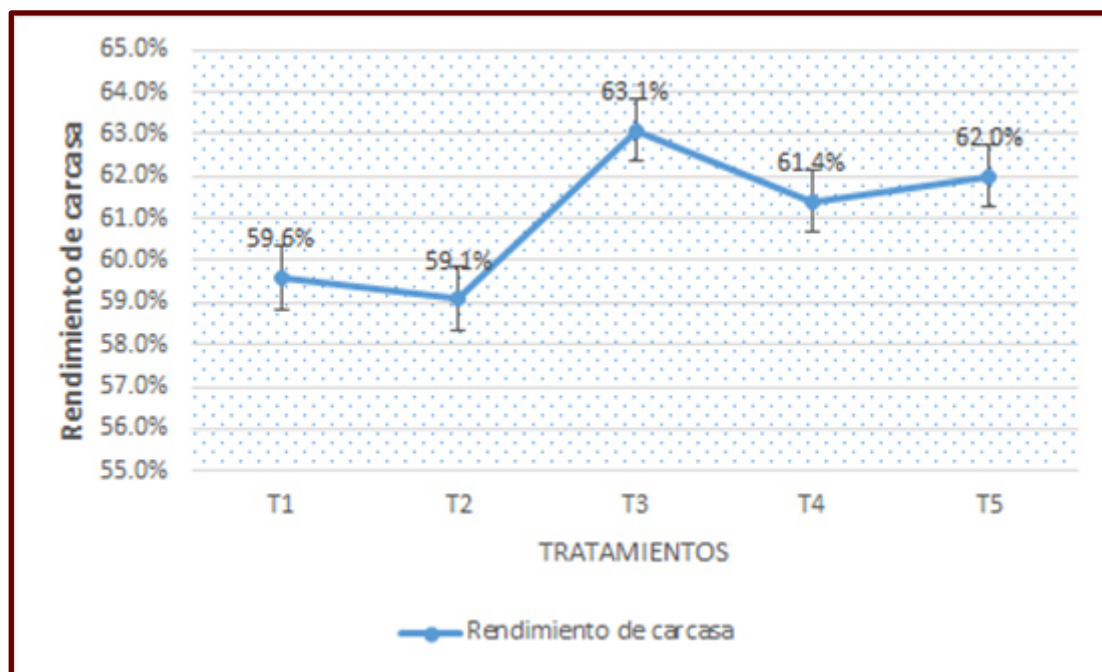
Fuente: Elaboración propia

Gráfico n.º 6: Resultado de conversión alimenticia acumulada promedio



Fuente: Elaboración propia

Gráfico n.º 7: Rendimiento de carcasa



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6

Formulación del concentrado para la etapa de recría

COMPONENTE	PORCENTAJE
AFRECHO	27.96 %
MAÍZ	16.60 %
SOYA	22.56 %
REPASO	14.98 %
LEVADURA	4.99 %
MALTOFOR	5.99 %
SAL	0.40 %
MELAZA	2.60 %
ACEITE	1.00 %
CALCIO	1.20 %
FOSFATO	0.80 %
PORCIMIX 11	0.12 %
COMPLEJO B	0.10 %
SESQUI	0.10 %
COLINA	0.20 %
METIONINA	0.20 %
PROPHORCE	0.20 %